

**PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO BASADO EN CONFIABILIDAD
PARA EL HOSPITAL REGIONAL MANUELA BELTRAN III NIVEL SOCORRO**

JHERSON ORLANDO PINILLA MONDRAGON

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2014

**PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO BASADO EN CONFIABILIDAD
PARA EL HOSPITAL REGIONAL MANUELA BELTRAN III NIVEL SOCORRO**

JHERSON ORLANDO PINILLA MONDRAGON

**Trabajo de grado para optar al título de
Ingeniero Mecánico**

**Director
JABIB QUIROGA
INGENIERO MECANICO**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2014

Dedicatoria

**A Dios,
por haberme permitido llegar ha esta instancia
dándome salud y fortaleza en los momentos difíciles,
además por su gran amor y misericordia.**

**A Hector y Nereida mis padres,
por haberme apoyado en todo momento,
por creer en mí, por su comprensión, gran paciencia,
y esfuerzo para culminar mis estudios profesionales.**

**A Laura Maria
Por su amor, enseñándome que la paciencia es amarga
pero de frutos dulces y sobre todo por darme el amor
más grande de mi vida mi hija Sara Sofía Pinilla Meneses.**

**A mis maestros
Por la sabiduría que me transmitieron
en el crecimiento de mi formación profesional.**

**A todas las personas
creyeron en mí y aportaron algo
para hacer esto no un sueño si no una realidad.**

Jherson Orlando Pinilla Mondragon.

AGRADECIMIENTOS

A Jabid Quiroga por su orientación y gran disposición a escuchar mis inquietudes al dirigir este trabajo de grado.

A Juan Carlos por brindarme ayudas desde el inicio de este proyecto, por su disposición y apoyo.

A todas las personas que conforman la E.S.E. HOSPITAL REGIONAL MANUELA BELTRAN III NIVEL SOCORRO por su amabilidad y colaboración.

A la UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER a su gran aporte en mi formación profesional.

JHERSON ORLANDO PINILLA MONDRAGON

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCION	18
1. DESCRIPCION Y GENERALIDADES DE LA E.S.E HOSPITAL REGIONAL MANUELA BELTRAN III NIVEL DE SOCORRO	19
1.1. HISTORIA DE LA ORGANIZACION	19
1.2. MISION	21
1.3. VISION	21
1.4. OBJETIVO GENERAL	21
1.5. VALORES CORPORATIVOS	22
1.6. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL.....	24
1.7. UBICACIÓN	25
1.8. SERVICIOS.....	26
1.8.1 Cirugía.....	26
1.8.2 Consulta externa.. ..	28
1.8.3 Servicio de farmacia.	29
1.8.4 Servicio de fisioterapia.....	30
1.8.5 Servicio de fonoaudiología.	30
1.8.6 Servicio de ginecoobstetricia.. ..	32
1.8.7 Servicio de Hospitalización.....	32
1.8.8 Servicio de imagenologia digital.	33
1.8.9 Servicio de laboratorio clínico.....	34
1.8.10 Servicio de odontología.....	37
1.8.11 Servicio de pediatría.	38
1.8.12 Servicio de urgencias.....	39
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	41
2.1. JUSTIFICACION	42
2.2. OBJETIVOS	43

2.2.1	Objetivo General.....	43
2.2.2	Objetivos Específicos	43
3.	FUNDAMENTACION TEORICA	45
3.1.	DEFINICION DE MANTENIMIENTO	45
3.2.	OJETIVOS DEL MANTENIMIENTO	46
3.3.	TIPOS DE MANTENIMIENTO	47
3.3.1	Mantenimiento correctivo.....	48
3.3.2	Mantenimiento periódico.....	48
3.3.3	Mantenimiento programado.....	48
3.3.4	Mantenimiento preventivo.	49
3.3.5	Mantenimiento predictivo.....	58
3.3.6	Mantenimiento proactivo.....	59
3.3.7	Mantenimiento basado en confiabilidad RCM..	59
4.	MANTENIMIENTO ACTUAL E.S.E HOSPITAL REGIONAL MANUELA BELTRAN	65
4.1.	DIAGNOSTCO AREA DE MANTENIMIENTO	65
4.1.1	Organización del mantenimiento..	65
4.1.2	Administración del Mantenimiento.....	67
4.1.3	Planeación del mantenimiento.....	68
4.1.4	Apoyo informático.	68
4.1.5	Documentación técnica.	68
4.1.6	Área disponible para el mantenimiento.....	68
4.1.7	Costos de mantenimiento.....	68
4.1.8	Personal de mantenimiento.....	69
4.1.9	Servicio de outsourcing..	69
4.1.10	Diagnóstico de condición de equipos.	69
4.1.11	Diagnóstico de gestión de repuestos.....	69
4.2.	ASPECTOS ORGANIZATIVOS DE LA ORGANZACION PARA DETERMNAR LA CONVENIENCIA DE LA IMPLEMENTACION DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTVO.....	70

4.3.	SITUACION ACTUAL EN EL AREA DE MANTENIMIENTO.....	74
5.	DESARROLLO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	75
5.1.	ELABORACION DE INVENTARIO	75
5.2.	CODIFICACION DE MAQUINAS Y EQUIPOS	76
5.2.1	Criterios de codificación.....	76
5.2.2	Máquinas y equipos codificados de la E.S.E Hospital Regional Manuela Beltrán	80
5.3.	ANALISIS DE CRITICIDAD.....	84
5.3.1	Evaluación de Criticidad basada en el Concepto del Riesgo.....	85
5.3.2	Equipos críticos E.S.E Hospital Regional Manuela Beltrán.	94
5.4.	FICHA TECNICA EQUIPO.....	99
5.5.	RUTINA DE MANTENIMIENTO PARA LOS EQUIPOS CRITICOS DEL HOSPITAL REGIONAL MANUELA BELTRAN	101
6.	MANTENIMIENTO BASADO EN CONFIABILIDAD RCM PARA EL SISTEMA DE CALEFACCION DE AGUA POR TUBOS DE CALOR	109
6.1.	FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE CALEFACCION DE AGUA	109
6.1.1	Captadores solares de tubos de vacío “todo vidrio”..	109
6.1.2	Circuito primario..	110
6.1.3	Intercambiador de calor.	111
6.1.4	Acumulador o tanque.....	111
6.1.5	Circuito secundario.....	112
6.1.6	Bombas.	113
6.1.7	Tuberías..	113
6.1.8	Panel de control.....	114
6.2.	IMPLEMENTACION DEL RCM PARA EI SISTEMA DE HIDROSTATICO DE PRESION.....	115
6.2.1	Determinación de las funciones del equipo	116
6.2.2	Determinación de los fallos funcionales. ¿En qué aspectos no responde al cumplimiento de sus funciones?	116

6.2.3	Determinación de los modos de fallo. ¿Que ocasiona cada falla funcional?	118
6.2.4	Determinación de los efectos de falla. ¿Qué sucede cuando ocurre cada falla?	119
6.3.	RESULTADOS OBTENIDOS EN LA IMPLEMENTACIÓN DEL RCM	120
7.	ESTRUCTURACION DEL AREA DE MANTENIMIENTO HOSPITAL MANUELA BELTRAN	130
7.1.	DEFINICION	130
7.2.	FILOSOFIA DE MANTENIMIENTO	130
7.3.	POTICA DE MANTENIMIENTO	131
7.4.	OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO	132
7.5.	FUNCIONES Y TAREAS DEL AREA DE MANTENIMIENTO	135
7.6.	DESCRIPCION DE CARGOS DENTRO DEL AREA DE MANTENIMIENTO	135
7.6.1	Funciones técnico-operativas	135
7.6.2	Funciones administrativas.	136
7.7.	NIVELES DE MANTENIMIENTO	136
7.8.	COSTOS DE FUNCIONAMIENTO EQUIPOS BIOMEDICOS	138
7.9.	MANEJO DEL PRESUPUESTO PARA EL MANTENIMIENTO	139
7.10.	PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO DEL EQUIPAMIENTO BIOMÉDICO SEGÚN LA CLASIFICACIÓN DEL RIESGO.	140
7.10.1	Diferenciación del equipamiento teniendo en cuenta los niveles de riesgo.	140
7.11.	METODOLOGIA	141
7.11.1	Clasificación de equipo.	142
7.11.2	Requisitos de mantenimiento.	142
7.11.3	Incidentes del equipo / historia de fallas.	143
8.	DOCUMENTACION EXCENCIAL PARA EL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	144
8.1.	NIVELES DE INFORMACION	145

8.2.	INFORMACION Y MANEJO DE DATOS	146
8.2.1	Gestión del mantenimiento..	146
8.2.2	Aspecto técnico.	147
8.2.3	Costos..	148
8.2.4	Mano de obra..	148
8.3.	DISEÑO Y USO DE LA DOCUMENTACION	149
8.3.1	Historial de mantenimiento..	150
8.3.2	Registro diario de mantenimiento.	150
8.3.3	Control de paradas.	151
8.3.4	Fichas técnicas de equipos..	152
8.3.5	Inspección de equipos..	154
8.3.6	Solicitud de servicio.	156
8.3.7	Orden de trabajo.....	157
8.4.	ESTUDIO Y EFECTO DE LA INFORMACION PARA EL PLAN DE MANTENIMIENTO	159
9.	CONCLUSIONES	162
10.	RECOMENDACIONES	164
	BIBLIOGRAFIA.....	165
	ANEXOS.....	166

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Planta física hospital	19
Figura 2. Logo E.S.E. Hospital Regional Manuela Beltrán.....	20
Figura 3. Organigrama Hospital Manuela Beltrán	24
Figura 4. Ubicación Geográfica Hospital Manuela Beltrán.....	25
Figura 5. Sala De Cirugía Hospital Manuela Beltrán.....	27
Figura 6. Servicio De Consulta Externa	28
Figura 7. Servicio De Farmacia.....	29
Figura 8. Servicio De Fisioterapia	30
Figura 9. Servicio De Fonoaudiología.....	31
Figura 10. Cuarto De Ginecología	32
Figura 11. Hospitalización.....	33
Figura 12. Tomógrafo 16 Cortes	34
Figura 13. Analizador Automatizado De Química Clínica Selectra E.....	35
Figura 14. Analizador Hematológico	36
Figura 15. Analizador De Coagulación Acl200	37
Figura 16. Consultorio Odontológico.....	38
Figura 17. Servicio De Pediatría	38
Figura 18. Sala De Urgencias	39
Figura 19. Organización Del Mantenimiento En El Hospital	66
Figura 20. Estructura Orgánica Del Mantenimiento	67
Figura 21. Tipo De Código Para Las Máquinas Y Equipos.....	76
Figura 22. Criterios De Criticidad	87
Figura 23. Matriz De Criticidad.....	89
Figura 24. Ficha Técnica	100
Figura 25. Colectores Solares Hospital Manuela Beltrán.....	110
Figura 26. Circuito Primario	111
Figura 27. Acumulador O Tanque De Agua.....	112
Figura 28. Sistema De Bombeo	113

Figura 29. Sistema De Tuberías	114
Figura 30. Sistema De Control.....	115
Figura 31. Diagrama De Decisiones Rcm	126
Figura 32. Organigrama Del Servicio De Ingeniería Y Mantenimiento Hospitales Tercer Nivel.....	132
Figura 33. Niveles De Mantenimiento Hospital	137
Figura 34. Costos De Funcionamiento Equipo	139
Figura 35. Creación De Historial De Equipo	160
Figura 36. Tratamiento De La Información	161

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Índices de evaluación de aspectos organizativos de la empresa.....	72
Tabla 2. Evaluación organizacional para el Hospital.....	73
Tabla 3. Secciones del hospital	77
Tabla 4. Código de equipos	78
Tabla 5. Inventario de equipos.....	80
Tabla 6. Inventario de herramientas	84
Tabla 7. Encuesta nivel de criticidad.....	90
Tabla 8. Máquinas y equipos críticos Hospital Manuela Beltrán.....	91
Tabla 9. Tabla de información función 2. Falla funcional, sistema de calefacción de agua.....	117
Tabla 10. Hoja de información, fallas funcionales y modos de falla de la función 3 Sistema de calefacción de agua	118
Tabla 11. Hoja de información, modos de fallo y efectos de fallo de la función 3 Sistema de calefacción de agua	120
Tabla 12. Hoja de información. Análisis de modos y efectos de falla de la función 1.	121
Tabla 13. Hoja de información. Análisis de modos y efectos de falla de la función 2.	122
Tabla 14. Hoja de información. Análisis de modos y efectos de falla de la función 3.	123
Tabla 15. Hoja de información. Análisis de modos y efectos de falla de la función 4.	124
Tabla 16. Hoja de información. Análisis de modos y efectos de falla de la función 5.	125
Tabla 18. Hoja de decisiones sistema hidrostático de presión	128

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Planilla de información RCM esterilizador de vapor (Autoclave)	167
Anexo B. Hoja de decisiones esterilizador de vapor (Autoclave).	168
Anexo C. Planilla de información RCM compresor de aire unidad odontológico .	169
Anexo D. Hoja de decisiones compresor de aire unidad odontológica	171
Anexo E. Ejemplo plan de mantenimiento autoclave	172
Anexo F. Programación de mantenimiento	173
Anexo G. Formato de historial de mantenimiento	177
Anexo H. Formato de registro diario de mantenimiento	178
Anexo I. Formato de control de parada.....	179
Anexo J. Ficha técnica para equipos	180
Anexo K. Formato inspección de equipo	181
Anexo L. Formato de solicitud de servicio	182
Anexo M. Formato de orden de trabajo	183
Anexo N. Ficha técnica planta de emergencia.....	184

RESUMEN

TITULO: PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO BASADO EN CONFIABILIDAD PARA EL HOSPITAL REGIONAL MANUELA BELTRAN III NIVEL SOCORRO*.

AUTOR: JHERSON ORLANDO PINILLA MONDRAGON**

PALABRAS CLAVES: Mantenimiento Preventivo, Programa de mantenimiento, Criticidad de equipos.

DESCRIPCION:

El presente trabajo de grado describe la elaboración e implementación de un plan de mantenimiento preventivo basado en confiabilidad para las máquinas y equipos a nivel industrial críticos que intervienen en el préstamo del servicio de salud de la E.S.E HOSPITAL REGIONAL MANUELA BELTRAN III NIVEL SOCORRO.

El programa de mantenimiento preventivo en el Hospital Regional Manuela Beltrán tiene como finalidad respaldar la confiabilidad y disponibilidad de los equipos industriales para así colaborar en el buen desempeño de las políticas de calidad impuestas por la institución brindando así un mejor servicio a los habitantes del socorro y de provincias vecinas.

Se realizó la labor de reconocimiento de las instalaciones del hospital, verificando la cantidad, ubicación y estados de los equipos estipulado en la actualización del inventario y determinado según parámetros de criticidad, los equipos sobre los cuales está dirigido este proyecto, realizando un plan de mantenimiento basado en confiabilidad RCM.

A las máquinas y equipos mediamente críticos y no críticos se desarrolla un plan de mantenimiento preventivo con sus respectivas rutinas planteadas en tablas donde se muestran el tiempo y tipo de mantenimiento a realizar. Seguido a esto se realizó formatos donde se permite ejecutar y controlar labores programadas de mantenimiento

*Trabajo de grado.

**Facultad de ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de ingeniería Mecánica. M.Sc. Jabid Quiroga.

ABSTRACT

TITLE: PREVENTIVE PLAN OF MAINTENANCE BASED OF RELIABILITY FOR THE REGIONAL HOSPITAL MANUELA BELTRAN LEVEL III SOCORRO*.

AUTHOR:

JHERSON ORLANDO PINILLA MONDRAGON**

KEY WORDS:

Preventive maintenance, program of maintenance, critical equipment.

DESCRIPTION:

The following degree work describe the elaboration and implementation of a preventive plan of maintenance based on reliability for the machines and critical equipment, involved to provision of the health service in E.S.E HOSPITAL REGIONAL MANUELA BELTRAN III LEVEL SOCORRO.

The preventive program of maintenance in the regional HOSPITAL MANUELA BELTRAN has like a purpose support the reliability and availability of the equipment thus help in the well performance of quality policies imposed by the institution.

The recognition work was made in the HOSPITAL, checking the quality and condition of the equipment, determined on base of critical parameters; this project is based on critical equipment. Next it was made different formats to implement and check scheduled task of maintenance

*Degree Work.

**Physical-Mechanical Sciences Faculty, Mechanical Engineering, Eng. Jabid Quiroga

INTRODUCCION

En relación con las políticas del ministerio de salud, de dar un buen servicio de salud a la población civil, y en uso de la tecnología, que se desarrolla a nivel internacional donde la importancia de conservar este tipo de avances tecnológicos y ampliar la vida útil de estas, la E.S.E Hospital Regional Manuela Beltrán III Nivel de Socorro consideró elaborar un PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO BASADO EN CONFIABILIDAD.

Este proyecto proporcionara mejorar y prolongar, el uso, conservación y vida útil de los mecanismos que constituyen esta organización por medio de un plan de mantenimiento preventivo que disminuya los riesgos y deterioro físico para dar un servicio de calidad a la comunidad del socorro y provincias vecinas tales como la comunera, guanentina y veleña que superan las 500000 personas.

Cabe indicar que para el cumplimiento de los objetivos se realizó un estudio de las instalaciones del hospital, verificando la cantidad y estado de los equipos, definido según análisis de criticidad, los equipos sobre los cuales se realizó este proyecto, posteriormente se elaboraron los formatos que posibilitan las labores programadas de mantenimiento.

El progreso de la implementación del plan de mantenimiento preventivo ordena un alto grado de responsabilidad por parte del departamento de mantenimiento y todo el personal que esté involucrado con él, ya que de él depende en gran parte alcanzar los altos índices de calidad propuestos por la organización

1. DESCRIPCCION Y GENERALIDADES DE LA E.S.E HOSPITAL REGIONAL MANUELA BELTRAN III NIVEL DE SOCORRO

1.1. HISTORIA DE LA ORGANIZACION

A partir del 25 de octubre de 1.994 se inauguran las nuevas instalaciones del llamado Hospital San Juan de Dios Socorro el cual continua como una entidad pública, es cuando el 12 de Diciembre del 2007, se reinauguran la Empresa Social del Estado, proferido por el Gobernador de Santander Horacio Serpa por el cual se crea el Hospital Regional Manuela Beltrán, como una entidad de carácter público descentralizada del orden Departamental, dotada de personería jurídica, patrimonio propio y autonomía administrativa.

Figura 1. Planta Física Hospital



Las normas legales y reglamentarias que lo modifiquen o lo complementen y por el Derecho privado en lo que se refiere a contratación. En razón de su autonomía la E.S.E Hospital Regional Manuela Beltrán, se organizara, gobernara y establecerá sus normas y reglamentos de conformidad con los principios Constitucionales y legales que le permitan desarrollar los fines para los cuales fue constituida.

Figura 2. Logo E.S.E. Hospital Regional Manuela Beltrán



La E.S.E Hospital Regional Manuela Beltrán del Municipio del Socorro, fue creada mediante Decreto N° 436 del 12 de diciembre de 2007, cuyo fin es prestar servicios de salud de baja, mediana y alta complejidad. Se ha convertido en una institución de orden departamental del nivel III, con una cobertura del 60% de los municipios del Departamento de Santander pertenecientes a las provincias Comunera, Guanentina y Veleña, donde presenta un aumento significativo en los servicios ofertados; lo que ha permitido una viabilidad económica financiera.

1.2. MISION

La Empresa Social del Estado Hospital Regional Manuela Beltrán del Socorro, Santander, Prestadora de Servicios de I, II, III Nivel de Complejidad, brinda servicios de protección específica, demanda inducida, detección temprana, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación, con seguridad, oportunidad, responsabilidad, asegurando el equilibrio financiero y rentabilidad social ofreciendo servicios de alta tecnología y garantizando la calidad de la atención con personal competente, motivadas y altamente comprometidas, participando en la formación y actualización del talento humano del sector salud en el marco de los convenios docencia-servicios e investigación con Instituciones educativas de carácter nacional tanto públicas como privadas.

1.3. VISION

Nuestra visión para el 2016 es ser un Hospital acreditado para la prestación de servicios de salud de baja, mediana, y alta complejidad, el mejor escenario de práctica a nivel departamental para la formación y entrenamiento del talento humano del sector salud y protagonista en el desarrollo de políticas de la Salud Nacional.

1.4. OBJETIVO GENERAL

- **Responsabilidad Social:** Ofrecer servicios asistenciales, de prevención y de rehabilitación en salud con un alto nivel científico y tecnológico, con gran compromiso social en su área de influencia, que abarca las provincias santandereanas Comunera, Guanentina y Veleña.

- **Calidad del Servicio:** Garantizar la prestación de servicios en salud en forma idónea e integral que genere confianza en los usuarios y favorezca el crecimiento institucional basado en eficiencia, eficacia, efectividad y oportunidad.
- **Competividad:** Disponer el recurso humano idóneo y de gran perfil científico que conjuntamente con el apoyo tecnológico permita a la Empresa posicionarse como líder del sector salud.

1.5. VALORES CORPORATIVOS

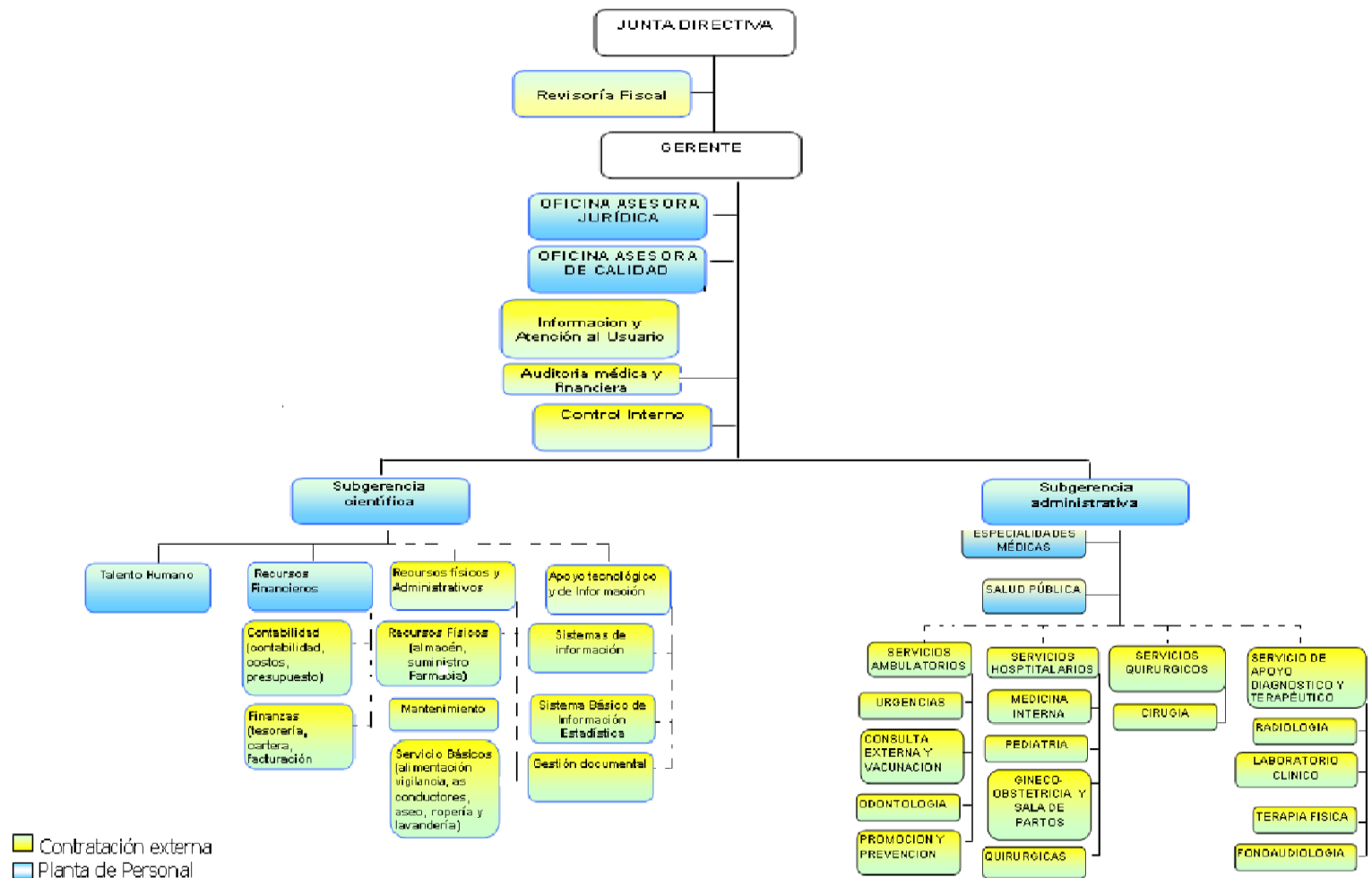
- **Honestidad:** La honestidad es la virtud que se refleja en la dignidad, la pulcritud, en el pensar y en el obrar. La honestidad debe ser practicada en las diversas actividades del servidor público, no buscando obtener algún provecho o ventaja personal o a favor de terceros, ni tampoco buscando o aceptando compensaciones, que pueda comprometer su desempeño como funcionario de la E.S.E. Hospital Regional Manuela Beltrán del Socorro.
- **Responsabilidad:** En asumir y hacerse cargo de sus actos y omisiones en el ejercicio de sus funciones. Cada uno de los miembros de la ESE Hospital Regional Manuela Beltrán del Socorro se compromete en el manejo eficiente de sus recursos, para el cumplimiento de sus objetivos institucionales, de manera que se cumplan con excelencia y calidad las metas del Plan Institucional.
- **Solidaridad:** La cooperación y ayuda mutua nos une para ser SOLIDARIOS con la comunidad y nuestros compañeros. No podemos trabajar aislados ni desunidos ya que todos somos responsables del Desarrollo de la ESE Hospital

Regional Manuela Beltrán del Socorro.

- **Lealtad:** El funcionario de la ESE Hospital Regional Manuela Beltrán del Socorro debe ser leal a la Institución, debe ser fiel a los principios éticos y al cumplimiento de sus fines con plena conciencia de servicio a la comunidad.
- **Dignidad:** El servidor de la E.S.E. Hospital Regional Manuela Beltrán, se caracteriza por ser un profesional digno y valioso, Al reconocer y tolerar las diferencias de cada persona, para que ésta se sienta digna y libre. La dignidad es el resultado del buen equilibrio emocional.
- **Respeto:** El servidor de la ESE Hospital Regional Manuela Beltrán del Socorro, debe ser justo, cuidadoso, respetuoso, amable, culto y considerado, en su relación con los usuarios, con sus jefes, y con sus compañeros. Debe comprender que su condición de empleado institucional implica asumir la más alta y delicada responsabilidad que le encarga la institución para el servicio de la comunidad.
- **Colaboración:** Ante situaciones extraordinarias, el funcionario público debe realizar aquellas tareas que por su naturaleza o modalidad no sean las estrictamente inherentes a su cargo, siempre que ellas resulten necesarias para mitigar neutralizar o superar las dificultades que se enfrenten.

1.6. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

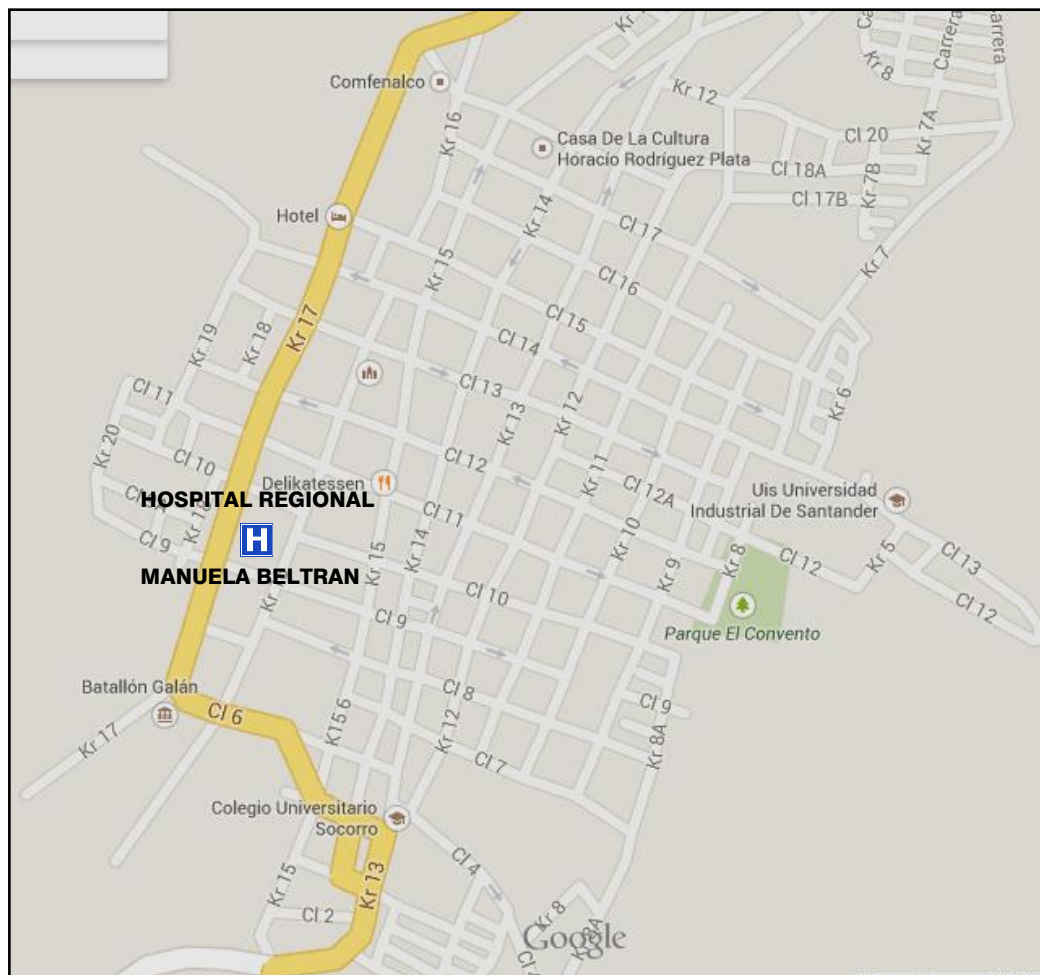
Figura 3. Organigrama Hospital Manuela Beltrán



1.7. UBICACIÓN

La planta física y sus oficinas se encuentra ubicadas en el Municipio de Socorro (Santander), en la Carrera 16 N° 9 – 53 Barrio Acacias, se pueden contactar al número telefónico 7274000. El hospital cuenta con página web www.hospitalmanuelabeltran.gov.co en la cual se puede encontrar información adicional.

Figura 4. Ubicación geográfica Hospital Manuela Beltrán



Fuente: Google Maps.

1.8. SERVICIOS

En cumplimiento de la normatividad de Garantía de la calidad, la E.S.E ha trabajado en la implementación de aquellos procesos prioritarios asistenciales, necesarios para el desarrollo y cumplimiento del objeto social, dentro de una cultura marcada por la eficiencia, eficacia y calidad en la atención del cliente externo de la empresa. Que garanticen las exigencias del tercer nivel de complejidad.

1.8.1 Cirugía. Se ofrece atención integral al paciente que requiere algún procedimiento de tipo invasivo ya sea para diagnóstico o tratamiento de las diferentes patologías que lo puedan afectar.

Este servicio se encuentra ubicado en el segundo piso del pabellón central de la institución, equidistante a los servicios de Hospitalización, Urgencias y Servicios Ambulatorios.

Consta de tres salas quirúrgicas, sala de partos, sala de oftalmología, sala de endoscopia y sala de recuperación con dotación tecnológica avanzada que incluye:

- Instrumental completo para cirugía de las diferentes especialidades
- Equipos de Rayos X portátiles
- Monitoreo completo para apoyo en Anestesiología
- Equipo de Endoscopia Digestiva
- Equipo de Endoscopia Urológica
- Central de Esterilización
- Arco en C e Intensificador de Imágenes.

Figura 5. Sala de Cirugía Hospital Manuela Beltrán



Facilitando la realización de:

- Cirugía de Urgencias
- Cirugía Programada
- Endoscopia Digestiva (esofagogastroduodenoscopia y colonoscopia)
- Cirugía reconstructiva ortopédica y Traumatológica
- Cirugía General
- Cirugía Vascular Periférica
- Cirugía Ginecológica
- Cirugía Pediátrica
- Cirugía Dermatológica
- Cirugía de Tórax
- Cirugía Gastrointestinal
- Cirugía Urológica
- Cirugía Oftalmológica

- Cirugía Neurológica

1.8.2 Consulta externa. Es un servicio que cuenta con doce consultorio médicos y un grupo de profesionales entre médicos, enfermeras y auxiliares para las diferentes especialidades, en horario de lunes a sábado.

Figura 6. Servicio de consulta externa



Brindando los servicios de:

- Consulta médica general: de primera vez, control y remisión.
- Consulta médica especializada: de primera vez, control e interconsultas.
- Anestesiología
- Cirugía general
- Cirujano Maxilofacial
- Dermatología
- Ginecología y Obstetricia
- Medicina Interna

- Pediatría
- Neurocirugía
- Oftalmología
- Optometría
- Ortopedia
- Otorrinolaringología
- Cardiología
- Cirugía pediátrica
- Gastroenterología
- Urología
- Psicología
- Nutrición

1.8.3 Servicio de farmacia. Servicio encargado del suministro de medicamentos y materiales medico quirúrgicos para el tratamiento de los usuarios en apoyo a los servicios de Urgencias, Hospitalización y Consulta Externa.

Este servicio se presta en forma continua y permanente. Atendido por personal idóneo entre los que se cuenta:

Figura 7. Servicio de farmacia



1.8.4 Servicio de fisioterapia. Se encuentra ubicado en el primer piso del pabellón de servicios ambulatorios, atendido por dos (2) fisioterapistas, conformado por dos cubículos para terapia física, una sala para Terapia respiratoria, una sala general para terapia de recuperación física, con sus respectivas camillas, barras de apoyo, banda caminadora, ultrasonido entre otros.

Figura 8. Servicio de fisioterapia



1.8.5 Servicio de fonoaudiología. El servicio de Fonoaudiología y/o terapia del lenguaje de la ESE Hospital Manuela Beltrán es atendido por una Fonoaudióloga brindando atención profesional en acciones de evaluación, diagnóstico y tratamiento a niños jóvenes y adultos con desórdenes comunicativos en las áreas de Habla, Lenguaje, Audición, voz, Alimentación, Aprendizaje, específicamente en:

- Trastorno de la pronunciación.
- Alteración en la articulación de las palabras.
- Retraso en el desarrollo del lenguaje.
- Trastorno de la expresión y comprensión.
- Trastorno específico del aprendizaje (lectura- escritura- cálculo matemático).

- Alteración en Dispositivos Básicos de Aprendizaje (atención, concentración, memoria).
- Bajo rendimiento escolar.
- Alteraciones de la voz (afonía, disfonía)
- Alteraciones en las fases de la deglución (disfagia) y procesos de alimentación.
- Alteración nivel de hábitos orales: interposición labial, lingual, empuje lingual, respiración oral).
- Alteraciones habilidades Auditivas.
- Manejo del Vértigo.
- Patologías neurológicas que afecten la expresión y comprensión del lenguaje (disartria, afasia).

Figura 9. Servicio de fonoaudiología



Para la atención a pacientes se cuenta con un consultorio adecuadamente dotado y una sala de espera, la tecnología utilizada en esta área está conformada por un audiómetro "para la realización de Exámenes Auditivos"(Audiometría y

Logaudiometría), cabina sonoamortiguada, equipo de órgano de los sentidos y material didáctico, próximamente impedanciometría.

1.8.6 Servicio de ginecoobstetricia. Servicio atendido por tres especialistas, enfermera jefe y auxiliares de enfermería. Cuenta con doce (12) camas, con dotación tecnológica avanzada para brindar atención integral a la gestante y las demás patologías ginecológicas.

Figura 10. Cuarto de ginecología



1.8.7 Servicio de Hospitalización. Este servicio se encuentra distribuido en tres pisos e incluye:

- Ginecoobstetricia (primer piso).

- Quirúrgicas y Pediatría (segundo piso).
- Medicina Interna (tercer piso)

Figura 11. Hospitalización



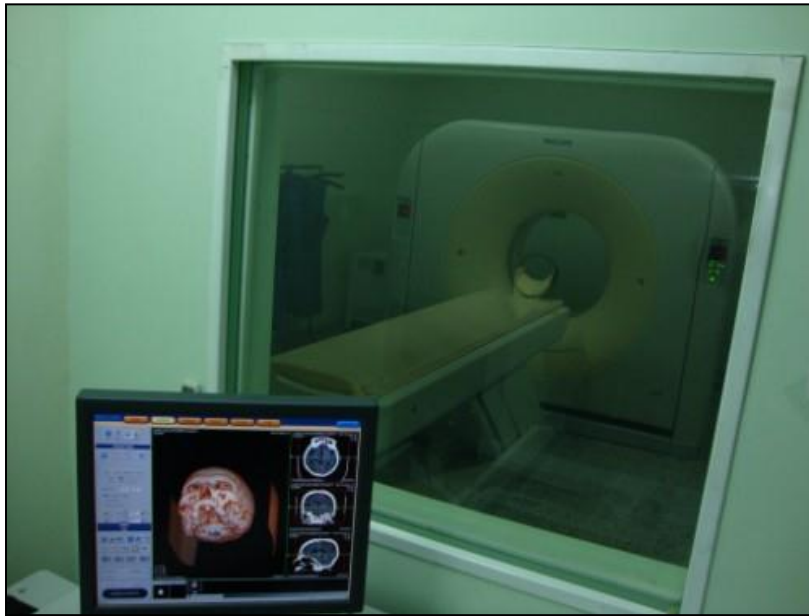
Todos en habitaciones unipersonales y bipersonales con T.V., agua caliente, teléfono, baño privado y llamado de enfermería, cuenta con médicos generales y médicos especialistas las 24 horas del día de manera permanente.

1.8.8 Servicio de imagenología digital. Servicio de apoyo diagnóstico que facilita la orientación al médico tratante de las diferentes patologías que afectan a los usuarios. Está ubicado en el primer piso del pabellón de servicios ambulatorios. Cuenta con equipos de Rayos X (cuatro estáticos y dos móviles), de ultrasonido y un moderno tomógrafo de 16 cortes, que permiten tomar estudios radiológicos convencionales y especializados tales como:

- Fluoroscopia

- Mamografías
- Servicio de radiología intraoperatorio
- Procedimientos especiales invasivos y no invasivos
- Ecografías
- Tomografía Axial Computarizada

Figura 12. Tomógrafo 16 cortes



1.8.9 Servicio de laboratorio clínico. Este servicio se encuentra ubicado en el segundo piso, pabellón de servicios ambulatorios, con horario de atención para procesamiento de muestras ambulatorias, de lunes a viernes en horas de la mañana y de forma permanente en apoyo a los servicios de Urgencias y Hospitalización.

Es atendido por siete Bacteriólogos, cinco auxiliares y cuenta con dotación tecnológica avanzada, adquirida recientemente para el procesamiento de muestras de Hematología, Química Sanguínea, Microbiología, Parasitología,

determinación de Hormonas, determinaciones inmunológicas, Electrolitos y gases arteriales.

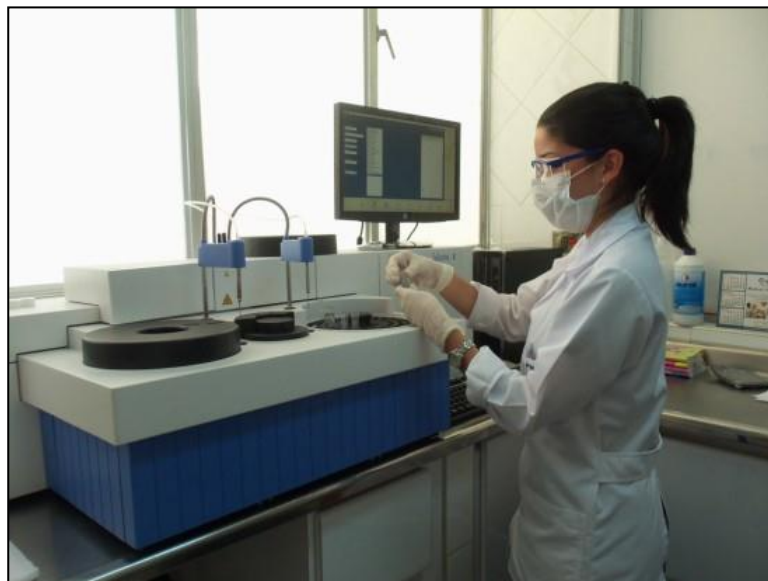
Cuenta además con el servicio transfusional de los diferentes hemocomponentes con la mejor calidad.

Equipos con los cuenta la E.S.E actualmente para la atención de usuarios:

- Analizador automatizado de química clínica selectra E

Determina “in vitro” análisis clínicos de Bioquímica de rutina, inmunoproteínas y fármacos con bajos volúmenes de muestra y reactivo lo que es de gran funcionalidad en nuestros pacientes pediátricos. La velocidad de preparación de sus reacciones le permite realizar 180 pruebas por hora, ya que cuenta con un sistema de carga continua de muestras y reactivos para análisis rápidos de muestras de urgencias, con un estricto control de calidad de las determinaciones.

Figura 13. Analizador automatizado de química clínica selectra E



- Analizador hematológico automatizado mindray bc 5380

Proporciona Hemogramas de V generación con 27 parámetros utilizando la aplicación de 3 tecnologías: dispersión del láser, citometría de flujo avanzada y citoquímica; brinda al paciente resultados rápidos y confiables a partir de un volumen muy pequeño de sangre, apoyando el diagnóstico médico de manera oportuna. Es de fácil manejo y permite el registro de pacientes mediante un escáner de códigos de barras.

Figura 14. Analizador hematológico



- Analizador de coagulación automatizado ACL200

Utiliza la Nefelometría, como método de medición con doble sistema óptico permitiendo realizar pruebas de hemostasia de rutina como PT, INR, TT y PTT y especiales como Fibrinógeno, Proteína C, Proteína S, Dímero D y factores de coagulación, en corto tiempo debido a su alta productividad con una insuperable precisión y gran eficiencia de trabajo en el laboratorio.

Figura 15. Analizador de coagulación ACL200



1.8.10 Servicio de odontología. Este servicio cuenta con dos consultorios odontológicos ubicados en el segundo piso, pabellón de servicios ambulatorios, atendido por dos odontólogas, higienista oral y auxiliar de odontología realizando actividades intra y extramurales en PyP y consultas de Endodoncia, Estomatología, Operatoria, Periodoncia, Rayos X, Cirugía y Urgencias. Este servicio tiene disponibilidad de 24 horas al día.

Figura 16. Consultorio odontológico



1.8.11 Servicio de pediatría. Servicio atendido por médico especialista, enfermera jefe y auxiliares de enfermería. Cuenta con doce (12) camas (seis de neonatos y seis de pediatría mayor) con dotación tecnológica avanzada: monitores de signos vitales, bombas de infusión, incubadoras, lámparas de calor radiante, lámparas de fototerapia, ventiladores pediátricos y flujómetros de oxígeno, entre otros. Este servicio se presta las 24 horas al día.

Figura 17. Servicio de pediatría



1.8.12 Servicio de urgencias. Es un servicio de atención permanente a pacientes con cualquier tipo de patología que ponga en riesgo su vida o altere su componente físico de forma inminente.

Este servicio se encuentra ubicado en el primer piso del hospital con acceso directo y parqueadero para seis ambulancias.

Figura 18. Sala de urgencias



El servicio de urgencias dispone de:

- Zona de triage
- Cuatro Consultorios médicos
- Salas de pequeña cirugía, reanimación adultos y pediátricas independientes
- Salas de procedimientos tales como: electrocardiografía, inyectología, y salas de yesos
- Salas de nebulizaciones
- Una central de enfermería
- Camillas de adultos
- Diez camillas de transporte

- Tres salas de observación distribuidas así: Adultos hombres 11 camas, adultos mujeres 11 camas, pediátrica 11 camas.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

E.S.E Hospital Regional Manuela Beltrán del Socorro, Santander, fundado en el 1997, prestadora de servicios de I, II, III nivel de complejidad, brinda servicios de protección específica, demanda inducida, detección temprana, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación, cubriendo así demandas a nivel social en el municipio del Socorro y sus provincias vecinas.

De tal manera las labores referentes al mantenimiento se llevan de manera correctiva donde la respuesta a imprevisto, en equipos a nivel industrial es atendida de forma inmediata pero no organizada, ocasionando así pérdida de tiempo de respuesta, daños permanentes, mal funcionamiento de los equipos y por consiguiente elevando costos por mantenimiento.

El mantenimiento de equipos especializado se lleva de manera externa pero es monitoreada por el departamento de mantenimiento del hospital, aun así los imprevistos en los equipos y paradas de maquina son frecuentes y a esto se le suma que la respuesta no es inmediata ya que el personal encargado de estos equipos es trasladado vía terrestre, de grandes capitales como Bucaramanga o Bogotá.

Debido a que el Hospital Regional Manuela Beltrán es una organización bien estructurada con altos estándares de calidad, es necesario que el mantenimiento también se lleve a estos altos lugares ya que este juega un factor importante y está ligado a la calidad de servicio que se le brinde a la comunidad.

2.1. JUSTIFICACION

Este proyecto de grado busca fortalecer o mejorar un departamento que algunos casos, es olvidado en una organización pero que es de vital importancia para el buen funcionamiento de esta, por este motivo con base a la información recopilada se busca documentar de manera notoria la importancia de la implementación de un plan de mantenimiento a nivel industrial.

El material biomédico, como los equipos lo manejan de una manera más controlada, por medio de personal especializado que en la mayoría de los casos es personal externo al hospital, debido a que esta organización está en búsqueda de una mejora continua quiere llevar al mantenimiento del equipamiento industriales a un alto nivel, para así poder brindar un mejor y oportuno servicio.

La propuesta de la implementación de un plan de mantenimiento basado en un análisis de criticidad, mostrara tanto las fortalezas como las debilidades de estado actual de los equipos de la E.S.E Hospital Regional Manuela Beltrán Socorro, buscando a futuro soluciones fundamentadas con base este proyecto.

La importancia de la documentación e implementación de un plan de mantenimiento es la de organizar de manera rápida y clara algunos datos como historial de los equipo industrial, proveedores, ordenes de trabajo, e indicadores de repuestos que mejore la rapidez de respuesta al mantenimiento de los diferentes equipos del hospital.

La realización de este proyecto busca de manera importante mejorar las labores de planificación, organización y observación, del mantenimiento en la E.S.E Hospital Regional Manuela Beltrán Socorro contribuyendo al desarrollo social aumentando así la calidad del servicio de salud, en la provincia comunera y vecinas.

2.2. OBJETIVOS

2.2.1 Objetivo General

Mejorar las relaciones entre la Universidad Industrial de Santander realizando una participación activa a través del fortalecimiento de las relaciones con instituciones públicas en este caso (Hospital Regional Manuela Beltrán).

2.2.2 Objetivos Específicos

- Realizar el inventario y codificación de los equipos que se encuentran en la sección de mantenimiento, cuarto de bombas, cuarto de plantas, esterilización, colectores solares, cirugía, odontología y laboratorio clínico.
- Diseñar y crear fichas técnicas, hojas de vida mediante recopilación de información para caracterizar y llevar un historial de máquina.
- Elaborar un análisis de criticidad bajo el método de factores ponderados a partir del concepto de riesgo a los equipos analizados, en el inventario general de la E.S.E Hospital Regional Manuela Beltrán Socorro.
- Implementar un plan de mantenimiento preventivo centrado en fiabilidad por medio de actividades de planificación, organización y control para asegurar la confiabilidad y disponibilidad del equipo industrial.
- Diseñar y diligenciar formatos donde nos permita realizar actividades programadas del mantenimiento preventivo a nivel industrial del Hospital Regional Manuela Beltrán tales como:

- Ordenes de trabajo
 - Inventario
 - Ficha técnica de los equipos
 - Historial de máquinas y equipos
 - Inspección de máquinas y equipos
-
- Documentar de manera organizada la información recopilada donde se muestre la importancia de implementar un plan de mantenimiento preventivo basado en confiabilidad.

3. FUNDAMENTACION TEORICA¹

Este capítulo esta empleado para dar a conocer la fundamentación teórica con respecto al mantenimiento, ya que esta es la base para el buen desempeño de este proyecto y la ejecución del mismo, permitiendo alcanzar los objetivos expuesto con anterioridad.

Es de vital importancia el compromiso que se adquiriera entre el mantenimiento y la organización, garantizando una buena administración de las labores referentes al mantenimiento de los equipos pertenecientes al hospital.

3.1. DEFINICION DE MANTENIMIENTO²

Según la Federación Europea de Asociaciones Nacionales de Mantenimiento, se define mantenimiento como: todas las acciones que tienen como objetivo mantener un artículo o restaurarlo a un estado en el cual pueda llevar a cabo alguna función requerida. Estas acciones incluyen la combinación de las acciones técnicas y administrativas correspondientes.

Desde otro punto de vista, el mantenimiento es el conjunto de actividades que deben ser desarrolladas en orden lógico, con el propósito de conservar en condiciones de operación segura, efectiva y económica, los equipos de producción, herramientas y demás activos físicos, de las diferentes instalaciones de una empresa. Las actividades de mantenimiento son un factor importante en la calidad del producto final y la forma en que sean ejecutadas pueden llevar al éxito

¹ CUARTAS, Luis. ¿Qué es el mantenimiento mecánico? [en línea]:

<http://www.unalmed.edu.co/tmp/curso_concurso/area3/QUE_ES_EL_MANTENIMIENTO_MECANICO.pdf> [citado el 10 de abril de 2014].

² European federation of National Maintenance Societies. Definición de mantenimiento [en línea] <http://www.efnms.org/What-EFNMS-stands-for/m1312/What.EFNMS-stands-for.html> [citado el 10 de abril de 2014].

a la empresa, pero si se presentan inconsistencias en las operaciones de los equipos podría afectar el resultado en la calidad del producto final y como consecuencia pérdidas económicas y de tiempo para la empresa.

3.2. OJETIVOS DEL MANTENIMIENTO

En cualquier empresa, el mantenimiento debe cumplir con dos objetivos fundamentales: reducir costos de producción y garantizar la seguridad industrial.

Cuando se habla de reducir los costos de producción se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Optimizar la disponibilidad de equipos e instalaciones para la producción.
- Reducir los costos de las paradas de producción ocasionadas por deficiencia en el mantenimiento de los equipos, mediante la aplicación de una determinada cantidad de mantenimiento en los momentos más apropiados.
- Incrementar la vida útil de los equipos.
- Procurar la utilización de los equipos durante toda su vida útil.
- Reducir los factores de desgastes, deterioros y roturas.
- Maximizar el aprovechamiento de los recursos disponibles para la función del mantenimiento.

Es aquí donde se debe analizar la conveniencia o no de continuar prestando el servicio de mantenimiento a una máquina que presenta problemas de funcionamiento o buscar su reemplazo.

La planificación del mantenimiento reduce los costos de operación y reparación de los equipos industriales. Los programas para la lubricación, limpieza y ajustes de los equipos permiten una reducción notable en el consumo de energía y un

aumento en la calidad de los productos terminados. A mayor descuido en la conservación de los equipos, mayor será la producción de baja calidad.

Referente al tema de la seguridad industrial, podemos decir que el objetivo más importante desde el punto humano es garantizar con el mantenimiento la seguridad de operación de los equipos. Para poder cumplir estos objetivos es necesario realizar algunas funciones específicas a través del departamento de mantenimiento, tales como:

- Administrar el personal de mantenimiento.
- Programar los trabajos de mantenimiento.
- Establecer los mecanismos para retirar de la producción aquellos equipos que presentan altos costos de mantenimiento.
- Proveer al personal de mantenimiento de la herramienta adecuada para sus funciones.
- Mantener actualizadas las listas de repuestos y lubricantes.
- Adiestrar al personal de mantenimiento sobre los principios y normas de seguridad industrial.
- Disponer adecuadamente de los desperdicios y del material recuperable.

3.3. TIPOS DE MANTENIMIENTO

3.3.1 Mantenimiento correctivo. Es aquel mantenimiento encaminado a corregir una falla que se presente en determinado momento. Se puede afirmar que es el equipo quien determina cuando se debe parar. Su función principal es poner en marcha el equipo lo más rápido posible y al mínimo costo posible.

Para que este mantenimiento tenga éxito se deberá estudiar la causa del problema, estudiar las diferentes alternativas para su reparación y planear el trabajo con el personal y equipos disponibles.

Este mantenimiento es común encontrarlo en las empresas pequeñas y medianas, presentando una serie de inconvenientes a saber:

- Normalmente cuando se hace una reparación no se alcanzan a detectar otras posibles fallas porque no se cuenta con el tiempo disponible.
- Por lo general el repuesto no se encuentra disponible porque se tiene un registro del tipo y cantidad necesarios.
- Generalmente la calidad de la producción cae debido desgaste progresivo de los equipo.

3.3.2 Mantenimiento periódico. Es un procedimiento de Mantenimiento Preventivo que como su nombre lo indica es de atención periódica bajo rutinas estudiadas a fin de aplicar los trabajos después de determinadas horas de funcionamiento del equipo, se le hacen pruebas y se cambian partes por término de vida útil o fuera de especificación. Le sigue en fiabilidad al Predictivo.

3.3.3 Mantenimiento programado. Este tipo de mantenimiento basa su aplicación en el supuesto de que todas las piezas se desgastan en la misma forma y en el mismo periodo de tiempo, no importa que se esté trabajando en condiciones diferentes.

Para implementar el mantenimiento programado se hace un estudio de todos los equipos de la empresa y se determina con la ayuda de datos estadísticos de los repuestos y la información del fabricante, cuales piezas se deben cambiar en determinados periodos de tiempo.

Se tiene el inconveniente con este mantenimiento que hay partes del equipo que se deben desarmar o retirar aunque estén trabajando sin problemas, para dar cumplimiento a un programa.

3.3.4 Mantenimiento preventivo. Este tipo de mantenimiento tiene su importancia en que realiza inspecciones periódicas sobre los equipos, teniendo en cuenta que todas las partes de un mecanismo se desgastan en forma desigual, y es necesario atenderlos para garantizar su buen funcionamiento.

El mantenimiento preventivo se hace mediante un programa de actividades (revisión y lubricación), con el fin de anticiparse a las posibles fallas en el equipo. Tiene en cuenta cuales actividades se deben realizar sobre el equipo en marcha o cuando este detenido.

El objetivo del mantenimiento preventivo es aumentar al máximo la disponibilidad y confiabilidad del equipo llevando acabo un mantenimiento planeado, basado en las inspecciones planificadas y prolongadas de los posibles puntos a falla.

Una buena organización de mantenimiento que aplica el sistema preventivo obtiene los siguientes beneficios:

- **Seguridad.** Las obras e instalaciones sujetas a mantenimiento preventivo operan en mejores condiciones de seguridad puesto que se conoce mejor su estado físico y condiciones de funcionamiento u operación.

- **Vida útil.** Una instalación sujeta a mantenimiento preventivo tiene una vida útil mucho mayor que la que tendría con un sistema de mantenimiento correctivo.
- **Costo de reparaciones.** Es posible reducir el costo de reparaciones si se utiliza el mantenimiento preventivo en lugar del correctivo.
- **Carga de trabajo.** La carga de trabajo para el personal de mantenimiento preventivo es más uniforme que en un sistema de mantenimiento correctivo, por lo que se puede reducir al minimizar las emergencias.
- **Inventarios.** La reducción de costos concernientes al mantenimiento es posible implementando este tipo de mantenimiento, puesto que se tiene de forma precisa el tipo, cantidad de materiales de consumo más frecuente.

En resumen y considerando los costos directos e indirectos a mediano y largo plazo, se estima que una sana combinación de mantenimientos correctivo y preventivo puede reducir los costos en 40 a 50%. Hay que recordar que entre los costos indirectos están: pérdida de prestigio por incumplimiento de programas de producción y entregas, primas por accidentes, litigios y desmandas, desmotivación a la calidad y productividad.

3.3.4.1 Pasos para elaborar un programa de mantenimiento preventivo.

El programa de mantenimiento preventivo debe ser hecho sobre medidas: medido y cortado para satisfacer los requerimientos individuales. La razón es clara: no hay dos plantas idénticas en tamaño, edad, localización, equipo y servicios; difieren en organización, políticas de operación; personal. Los problemas de mantenimiento preventivo son diferentes así como los problemas del mantenimiento y no responden al mismo tratamiento.

Existe semejanza en los programas de Mantenimiento Preventivo en cuanto a sus objetivos y principios básicos, más no en trabajo a desarrollar.

En general, para establecer un programa de mantenimiento preventivo en una empresa se deberían tener en cuenta los siguientes pasos:

- **Administración del plan.** El primer paso en el desarrollo de un programa completo de mantenimiento preventivo consiste en reunir una fuerza de trabajo que inicie y ejecute el plan. Se designará a una sola persona como jefe de la fuerza de trabajo, además de que es esencial el compromiso de la dirección para el cumplimiento exitoso del plan. Después de anunciar el plan y formar la organización necesaria para el mismo, la fuerza de trabajo deberá emprender la tarea de conformar el programa.
- **Inventario de las instalaciones.** El inventario de las instalaciones es una lista de todas las instalaciones, incluyendo todas las piezas, de un sitio. Se elabora con fines de identificación. Se deberá elaborar una hoja de inventario de todo el equipo que muestre la identificación de éste, la descripción de la instalación, su ubicación, tipo y prioridad (importancia).
- **Identificación del equipo.** Es esencial desarrollar un sistema mediante el cual se identifique de manera única a cada equipo de la planta. Se deberá establecer un sistema de códigos que ayude en este proceso de identificación.
- **Registro de las instalaciones.** El registro de las instalaciones es un archivo (electrónico o en papel) que contiene los detalles técnicos acerca de los equipos incluidos en el plan de mantenimiento. Estos datos son los primeros que deben alimentarse al sistema de información de mantenimiento. El registro del equipo debe incluir el número de identificación, ubicación, tipo de equipo,

fabricante, fecha de fabricación, número de serie, especificaciones, tamaño, capacidad, velocidad, peso, energía de servicio, detalles de conexiones, detalles de cimentación, dimensiones generales, tolerancias, número de plano de referencia, número de referencia para los manuales de servicio, intercambiabilidad con otras unidades, etc.

- **Programa específico de mantenimiento.** Debe elaborarse un programa específico de mantenimiento para cada pieza de equipo dentro del programa general. El programa es una lista completa de las tareas de mantenimiento que se van a realizar en el equipo. El programa incluye el nombre y número de identificación del equipo, su ubicación, lista detallada de las tareas que se llevarán a cabo (inspecciones, mantenimiento preventivo, reemplazos), frecuencia de cada tarea, tipo de técnicos requeridos para realizar la tarea, tiempo para cada tarea, herramientas especiales que se necesitan, materiales necesarios y detalles acerca de cualquier arreglo de mantenimiento por contrato.
- **Especificaciones del trabajo.** La especificación del trabajo es un documento que describe el procedimiento para cada tarea. Su intención es proporcionar los detalles de cada tarea en el programa de mantenimiento.
- **Programa de mantenimiento.** El programa de mantenimiento es una lista donde se asignan las tareas de mantenimiento a períodos de tiempo específicos. Cuando se ejecuta el programa de mantenimiento, debe realizarse mucha coordinación a fin de balancear la carga de trabajo y cumplir con los requerimientos de producción. Esta es la etapa en donde el programa de mantenimiento preventivo entra en ejecución.

- **Control del programa.** El programa de mantenimiento preventivo debe ejecutarse según se ha planeado. Es esencial una vigilancia estrecha para observar cualquier desviación con respecto al programa.

3.3.4.2 Beneficios del mantenimiento preventivo

- Disminución del tiempo ocioso por menos paros imprevistos.
- Menor número de reparaciones en gran escala.
- Menor acumulación de la fuerza de trabajo de Mantenimiento.
- Menor cantidad de reparaciones repetitivas.
- Disminución de los costos de reparaciones antes de la falla (mantenimiento proactivo) debido a la menor fuerza de trabajo y la menor cantidad de repuestos utilizados.
- Menor número de productos rechazados, menos desperdicios, mejor control de calidad, debido a la correcta adaptación de los equipos.
- Aplazamiento o eliminación de los reemplazos prematuros de equipo debido a su mejor conservación y aumento de la vida probable.
- Menor necesidad de equipo en operación por los mayores rendimientos.
- Reducción de los costos de mantenimiento por mano de obra y materiales debido al trabajo de optimización de las operaciones de mantenimiento y la disminución de las reparaciones por fallo imprevisto.
- Mejor control del trabajo por la utilización de programas y procedimientos adecuados.
- Reducción y control de los niveles de inventario de repuestos.
- Mejores relaciones industriales porque los trabajadores de producción no sufren pérdidas de bonificaciones por los pasos imprevistos.
- Menores costos de seguros y mayor seguridad para los trabajadores y la planta.
- Menores costos de producción.

3.3.4.3 ¿Qué equipos se pueden inspeccionar?

La inspección de plantas y equipos varía de acuerdo a las condiciones de cada instalación, pero el programa de mantenimiento preventivo debe contener la mayor parte posible de estos equipos para un mejor funcionamiento de la planta.

En la implementación del programa de mantenimiento que cumpla con los requerimientos de la empresa, se deben tomar decisiones en particular que se inducen de consideraciones generales, logrando tomar como base las repuestas de algunas preguntas como las siguientes.

¿Es un equipo vital? Si su falla causa una pérdida de producción mayor a una avería costosa o daños al personal, se justifica incluirlo en el programa de mantenimiento preventivo.

¿Hay equipos de emergencia o reemplazo en caso de falla? Es posible poner en operación otro equipo para satisfacer la demanda de producción. En tal caso la necesidad de incluir tales equipos en el programa de mantenimiento preventivo depende de otros factores, tales como costo de la reparación o el valor del equipo.

¿El costo del mantenimiento preventivo es mayor que el costo de la parada de los equipos y los costos de reparaciones y reemplazo? Si el valor de parar una maquinaria para reparar o corregir una falla repetitiva no es menor que el costo total de la reparación, es difícil certificar la utilización del mantenimiento preventivo.

¿La vida normal del equipo de mantenimiento preventivo excede las necesidades de producción? Si el equipo ha de ser obsoleto antes de que se arruine por completo, el Mantenimiento Preventivo puede ser un gasto innecesario. En el caso

de equipo que no sea de operación la decisión de incluirlo en el programa de mantenimiento preventivo puede guiarse por la siguiente consideración:

Si la falta de mantenimiento o ajuste de un equipo va a producir, en caso de una falla, daños personales o a otros equipos o problemas en la producción, debe considerarse seriamente la posibilidad de incluirlo en el programa de mantenimiento preventivo.

Entonces la identificación de los equipos se hace indispensable para poder determinar o clasificar que equipos podría ser rentable implementar un programa de mantenimiento preventivo, eso quiere decir que el primer paso para la identificación de esas máquinas es elaborar un sistema de inventario para la planta de producción.

3.3.4.4 ¿Qué partes deben inspeccionarse?

En términos generales todo sistema, mecanismo, máquina, motor o instalación mecánica, neumática, hidráulica, eléctrica, obras civiles y construcciones locativas debe ser sometido al análisis de prevenciones. Una vez decidido que equipo va a incluirse en el programa de mantenimiento preventivo, el paso siguiente es determinar que partes de cada equipo necesitan atención.

La inspección de los componentes que conforman a cada equipo o conjunto de maquinaria se podrían determinar mediante los siguientes factores.

- Recomendaciones de los fabricantes.
- Manuales de servicio emitidos para cada equipo.
- Experiencia del personal de mantenimiento en general.

- Listas de recomendaciones suministrados por los mecánicos que ajustan regularmente los equipos.
- Los registros históricos.

Una planta procesadora puede resumir el alcance de su Mantenimiento Preventivo en forma más detallada para incluir inspecciones en:

- Equipo de proceso: Hornos, intercambiadores de calor, tuberías, bombas, compresores, instrumentos.
- Equipo de seguridad: Válvulas de alivio de presión y vacío. Controles de forma, equipo de respiración y primeros auxilios.
- Equipo de servicio: Calderas generadoras, almacenes y sistemas de distribución de agua, vapor, y aire comprimido.
- Tanques y equipo accesorios: Tanques de almacenamiento.
- Edificios: Áreas de embarque, patios y almacenamiento.
- Equipo de protección contra incendio: Bombas de agua, rociadores de polvo, extintores, camiones de bombeo y sistemas de alarma.
- Equipo de Mantenimiento: Máquinas herramientas, equipo de transporte, grúas y montacargas, herramientas manuales, instrumentos de inspección.

3.3.4.5 Tipos de inspección. El paso siguiente consiste en la determinación de los requisitos de lubricación, mantenimiento mecánico y mantenimiento eléctrico.

Requerimientos de lubricación. Una vez que se ha determinado el empadronamiento de toda la maquinaria y se ha decidido que equipos hacen parte del programa de mantenimiento preventivo, se debe continuar con la revisión de lubricación del equipo para determinar los lubricantes adecuados y la frecuencia de lubricación.

Los elementos principales para la determinación de los requerimientos de lubricación son los siguientes:

- Reconocimiento previo de los puntos de lubricación para seleccionar los mejores lubricantes y su frecuencia de aplicación.
- Reducir el número de lubricantes a unos pocos de buena calidad.
- Inspeccionar los dispositivos y sistemas de lubricación para asegurarse que están en buenas condiciones y son adecuados.
- Desarrollar un sistema para programar la lubricación que se adapte a las características de la planta, de forma que los lubricantes se apliquen debidamente con prontitud.
- Evitar la contaminación de los lubricantes durante su almacenamiento y manipulación.

Mantenimiento mecánico. El mantenimiento mecánico cubre un campo muy extenso, ya que la mayoría de los sistemas tienen componentes y mecanismos que requieren de revisión y mantenimiento en condiciones de operación.

Las tareas de mantenimiento mecánico son muy variadas, pues incluyen actividades como:

- Inspección y evaluación.
- Ajuste y calibración.
- Ensamble y desensamble.
- Lavado y limpieza.
- Sujeción.
- Soldadura y metalización.
- Maquinado.
- Tratamientos físicos y térmicos.

- Acabado de superficies.

Mantenimiento eléctrico. En forma general, el equipo eléctrico y sus redes son de un relativo fácil mantenimiento, ya que por un lado se tienen pocas partes de movimiento continuo (excepto motores), y por otro el equipo eléctrico utiliza diseños probados que deben cumplir con normas y reglamentos.

El mantenimiento en esta área se da a instalaciones de conducción, equipo de protección, control, medición, señalamiento, comunicación, motores y transformadores.

3.3.5 Mantenimiento predictivo. Este tipo de mantenimiento consiste en efectuar una serie de mediciones o ensayos no destructivos con equipos sofisticados a todas aquellas partes de la maquinaria susceptibles de deterioro, pudiendo con ello anticiparse a la falla catastrófica. La mayoría de estas mediciones se efectúan con el equipo en marcha y sin interrumpir la producción. Este tipo de mantenimiento requiere una programación continua, de aparatos y personal especializado.

Los ensayos más frecuentes son:

- Desgaste. Mediante el análisis de partículas presentes en el aceite se pueden determinar dónde está ocurriendo un desgaste excesivo.
- Espesor de paredes, empleado en tanques.
- Vibraciones. Utilizado para saber el estado de los rodamientos y desalineamiento en los equipos.
- Altas temperaturas, la temperatura en exceso nos indica un posible funcionamiento incorrecto del equipo.

El mantenimiento predictivo es costoso pero su información es valiosa para llevar a cabo un buen programa de mantenimiento preventivo.

3.3.6 Mantenimiento proactivo. Cuando la empresa se ha comprometido con la calidad y ha implementado el mantenimiento preventivo y el predictivo, es necesario buscar una mayor productividad a un menor costo, para ello el mantenimiento proactivo selecciona aquellos lubricantes y procedimientos óptimos donde se logra incrementar la producción, disminuyendo los costos directos de energía y prolongando la vida útil de los equipos.

Cuando la empresa toma la decisión de organizar su departamento de mantenimiento, generalmente comienza con la implementación de un programa de mantenimiento preventivo, en el cuál se involucran los aspectos de lubricación, electricidad y electrónica y la parte mecánica.

3.3.7 Mantenimiento basado en confiabilidad RCM. Mantenimiento centrado en fiabilidad/confiabilidad (R.C.M) es una técnica más, dentro de las posibles para elaborar un plan de mantenimiento en una planta industrial y que se presenta algunas ventajas importantes sobre otras técnicas. Inicialmente fue desarrollado para el sector de la aviación, donde los altos costos derivados de la sustitución sistemática de piezas la rentabilidad de las compañías aéreas.

3.3.7.1 Objetivos del RCM

El objetivo fundamental de la implantación de un Mantenimiento Centrado en Fiabilidad o RCM en una planta industrial es aumentar la disponibilidad y disminuir costos de mantenimiento. El análisis de una planta industrial según esta metodología aporta una serie de resultados:

- Mejora la comprensión del funcionamiento de los equipos y sistemas
- Analiza todas las posibilidades de fallo de un sistema y desarrolla mecanismos que tratan de evitarlos, ya sean producidos por causas intrínsecas al propio equipo o por actos personales.
- Determina una serie de acciones que permiten garantizar una alta disponibilidad de la planta.

3.3.7.2 Como implementar el RCM

Listado y codificación de equipos. El primer problema que se plantea al intentar realizar un análisis de fallos según la metodología del RCM es elaborar una lista ordenada de los equipos que hay en ella. Realizar un inventario de los activos de la planta es algo más complejo de lo que pueda parecer en un primer momento.

Una simple lista de todos los motores, bombas, sensores, etc. de la planta no es útil ni práctica. Una lista de estas características no es más que una lista de datos, no es una información (hay una diferencia importante entre datos e información). Si queremos elaborar una lista de equipos realmente útil, debemos expresar esta lista en forma de estructura arbórea, en la que se indiquen las relaciones de dependencia de cada uno de los ítems con los restantes.

Listado de funciones y especificaciones. Para que el sistema cumpla su función cada uno de los subsistemas en que se subdivide deben cumplir la suya. Para ello, será necesario listar también las funciones de cada uno de los subsistemas.

Por último, cada uno de los subsistemas está compuesto por una serie de equipos. Posiblemente fuera conveniente detallar la función de cada uno de estos equipos y elementos, por muy pequeño que fuera, pero esto haría que el trabajo

fuera interminable, y que los recursos que deberíamos asignar para la realización de este estudio fueran tan grandes que lo harían inviable. Por ello, nos conformaremos con detallar las funciones de unos pocos equipos, que denominaremos 'equipos significativos'.

Tendremos tres listados de funciones:

- Las funciones del sistema en su conjunto
- Las funciones de cada uno de los subsistemas que lo componen
- Las funciones de cada uno de los equipos significativos de cada subsistema

Determinación de fallos funcionales y técnicos. Puede ser conveniente hacer una distinción entre fallos funcionales y fallos técnicos. Definiremos como fallo funcional aquel fallo que impide al sistema en su conjunto cumplir su función principal. Naturalmente, son los más importantes. Veamos un ejemplo.

Un sistema de refrigeración, para cumplir su función, necesita cumplir una serie de especificaciones. Las más importantes son: caudal de agua de refrigeración, temperatura, presión y composición química.

Las fuentes de información para determinar los fallos (y los modos de fallo que veremos en el apartado siguiente) son muy diversas. Entre las principales podemos citar las siguientes:

- Consulta al histórico de averías
- Consultas al personal de mantenimiento
- Producción y estudio de los diagramas lógicos
- Funcionales de la planta.

Determinación de los modos de fallo. Cada fallo, funcional o técnico, puede presentar, como vemos, múltiples modos de fallo. Cada modo de fallo puede tener a su vez múltiples causas, y estas a su vez otras causas, hasta llegar a lo que se denomina 'causas raíces'.

No obstante, la experiencia demuestra que si se trata de hacer un estudio tan exhaustivo, los recursos necesarios son excesivos. El análisis termina abandonándose con pocos avances, se bloquea.

Por tanto, es importante definir con qué grado de profundidad se van a estudiar los modos de fallo, de forma que el estudio sea abordable, sea técnicamente factible.

Es aconsejable estudiar modos de fallo y causas primarias de estos fallos, y no seguir profundizando. De esta forma, perderemos una parte de la información valiosa, pero a cambio, lograremos realizar el análisis de fallos de toda la instalación con unos recursos razonables y en un tiempo también razonable. Recordemos que, según Pareto, el 20% de las causas son responsables del 80% de los problemas.

Análisis de la gravedad de los fallos. Criticidad. El siguiente paso es determinar los efectos de cada modo de fallo y, una vez determinados, clasificarlos según la gravedad de las consecuencias.

La primera pregunta a responder en cada modo de fallo es, pues: ¿qué pasa si ocurre? Una sencilla explicación lo que sucederá será suficiente. A partir de esta explicación, estaremos en condiciones de valorar sus consecuencias para la seguridad y el medio ambiente, para la producción y para el mantenimiento.

Consideraremos tres posibles casos: que el fallo sea crítico, que el fallo sea importante o que sea tolerable.

En lo referente a la seguridad y al impacto medioambiental del fallo, consideraremos que el fallo es crítico si existen ciertas posibilidades de que pueda ocurrir, y ocasionaría un accidente grave, bien para la seguridad de las personas o bien para el medioambiente. Consideraremos que es importante si, aunque las consecuencias para la seguridad y el medioambiente fueran graves, la probabilidad de que ocurra el fallo es baja. Por último, consideraremos que el fallo es tolerable si el fallo tiene poca influencia en estos dos aspectos.

Determinación de medidas preventivas. Determinados los modos de fallo del sistema que se analiza y clasificados estos modos de fallo según su criticidad, el siguiente paso es determinar las medidas preventivas que permiten bien evitar el fallo bien minimizar sus efectos. Desde luego, este es el punto fundamental de un estudio RCM.

Las medidas preventivas que se pueden tomar son de cinco tipos: tareas de mantenimiento, mejoras, formación del personal, modificación de instrucciones de operación y modificación de instrucciones de mantenimiento. Es aquí donde se ve la enorme potencia del análisis de fallos: no sólo se obtiene un conjunto de tareas de mantenimiento que evitarán estos fallos, sino que además se obtendrán todo un conjunto de otras medidas, como un listado de modificaciones, un plan de formación, una lista de procedimientos de operación necesarios. Y todo ello, con la garantía de que tendrán un efecto muy importante en la mejora de resultados de una instalación.

Puesta en marcha de las medidas preventivas obtenidas. Determinado el nuevo plan de mantenimiento, hay que sustituir el plan anterior por el resultante del estudio realizado. Es conveniente repasarlo una vez más, por si se hubieran olvidado tareas. Sobre todo, es necesario comprobar que las tareas recomendadas por los fabricantes han sido tenidas en cuenta, para asegurar que

no se olvida en el nuevo plan ninguna tarea importante. Pero una vez revisado, hay que tratar de que la implementación sea lo más rápida posible.

Para alguna de las tareas que se detallan en el nuevo plan es posible que no se disponga en planta de los medios necesarios. Por ello, es necesario que los responsables del mantenimiento se aseguren de que se dispone de los medios técnicos o de los materiales necesarios.

4. MANTENIMIENTO ACTUAL E.S.E HOSPITAL REGIONAL MANUELA BELTRAN

4.1. DIAGNOSTICO AREA DE MANTENIMIENTO

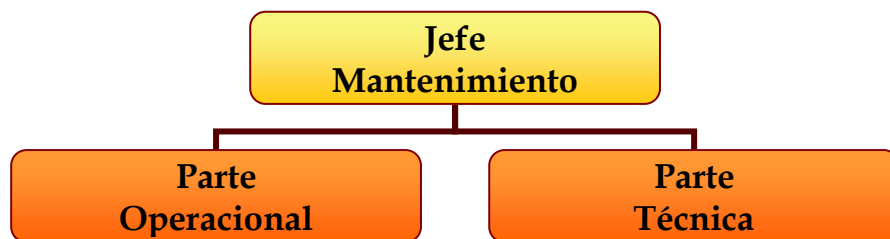
4.1.1 Organización del mantenimiento. La E.S.E Hospital Regional Manuela Beltrán Socorro, en búsqueda de una mejora continua en cuanto a su servicio de salud, ha ampliado sus instalaciones como su portafolio de servicios brindado así una asistencia oportuna en urgencias, incrementando el número de pacientes a atender, servicio que ha permitido renovar las labores administrativas de la misma mejorando los índices de calidad en la prestación del servicio a la comunidad comunera, obteniendo una mejor aprobación para todos sus pacientes.

Por esta razón el hospital esta consiente de la reestructuración de las labores de mantenimiento expuestas actualmente por tal departamento, desarrollando un plan de mantenimiento preventivo de acuerdo con las exigencias de la organización, que será la herramienta que garantizara el rendimiento y disponibilidad de sus equipos haciendo que su servicio sea más responsable y de calidad.

- **Interrelación con otras áreas.** Las funciones y responsabilidades del departamento de mantenimiento son de carácter alto ya que el servicio que brinda el hospital dependen vidas humanas, por tal motivo la relación que existe con las demás dependencias es la de reparar y mantener la disponibilidad de todos sus equipos cuando este lo requiera.
- **División del mantenimiento.** El mantenimiento en el hospital Manuela Beltrán se divide en dos especialidades por así decirlos, una de ellas que está encargada de la parte operacional del hospital que con pende el buen

funcionamiento de las instalaciones, tales labores como mantener la iluminación, el buen funcionamiento de áreas comunes como los baños, sala de espera, etc., y la otra que esta encarga de la parte técnica que comprende la buena disponibilidad de equipo hospitalario y equipo industrial tales como planta de emergencia, compresores, esterilizadores, etc.

Figura 19. Organización del mantenimiento en el hospital

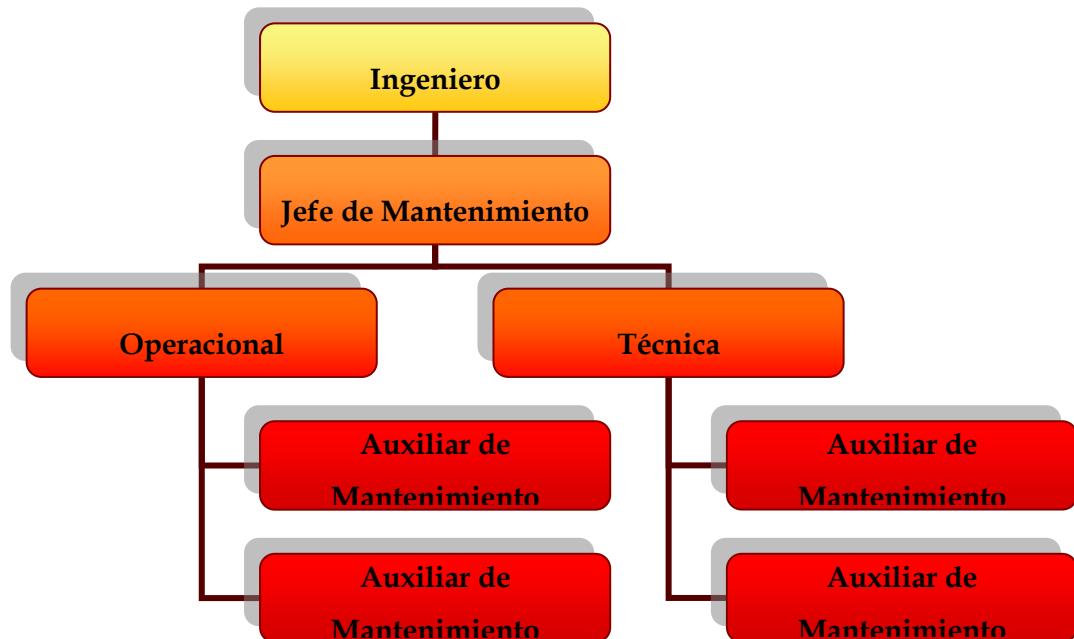


Como pueden ver el mantenimiento es un conjunto de actividades donde su objetivo primordial es la de mantener todos equipos e instalaciones sin importar el grado de interés de la organización en este caso el hospital regional Manuela Beltrán.

Para el cumplimiento de los objetivos del departamento de mantenimiento es prescindible la formulación de plan de mantenimiento preventivo que proporcione a los equipos un adecuado funcionamiento de sus operaciones que garantice una capacidad continua del servicio, aumentando así la confiabilidad de sus equipos.

- **Estructura operacional y técnica.** El área de mantenimiento se encuentra bien constituida dentro de la estructura organizacional del hospital, cuenta con un responsable y un equipo colaboradores que realizan funciones correspondientes al mantenimiento

Figura 20. Estructura orgánica del mantenimiento



4.1.2 Administración del Mantenimiento. El ingeniero de mantenimiento es la persona encargada de las funciones administrativas, las funciones operativas son manejadas por el jefe de mantenimiento, que se encarga de dirigir las distintas tareas bien sea operacional o técnica las cuales son entregadas a los auxiliares de mantenimiento para su ejecución.

Se maneja un registro diario nada formal de las operaciones realizadas para su posterior registro, no se maneja órdenes de trabajo ni hojas de vida de los equipos.

4.1.3 Planeación del mantenimiento. No existe un plan de mantenimiento definido, la mayoría de las operaciones se llevan de manera correctiva. Algunos equipos adquiridos recientemente se les aplica un manteniendo periódico, donde el tiempo de operación es determinante para las labores de mantenimiento.

4.1.4 Apoyo informático. No se maneja ningún tipo de ayuda informática, ni programas especializados, ni base de datos con respecto al mantenimiento de los equipos.

4.1.5 Documentación técnica. La información técnica tanto de los equipos como del mantenimiento es muy poca si se puede decir nula, trayendo como consecuencia demoras en la búsqueda de información para la resolución de problemas y labores referentes al mantenimiento.

4.1.6 Área disponible para el mantenimiento. El departamento de mantenimiento cuenta con un área suficiente dispuesta por el hospital dentro las instalaciones del mismo, donde se encuentra dos dependencias la parte administrativa que cuenta con sus respectivos equipos de oficina y la parte operacional que comprende el taller, donde se ubican los repuestos, insumos, materiales y herramientas suficientes para su buen desempeño.

4.1.7 Costos de mantenimiento. El departamento de mantenimiento poco se ha involucrado con el control de costos. El manejo de registros adecuados, donde se detallan los costos por mano de obra, repuestos y materiales poco o nada se manejan y es importante incluirlos como soporte principal para el plan de mantenimiento.

4.1.8 Personal de mantenimiento. El personal de mantenimiento, se encuentra altamente comprometida con la organización ya que cuenta con las capacidades y conocimientos suficientes para la resolución de problemas de baja y alta complejidad que demanda el hospital, con un jefe de mantenimiento que como ingeniero industrial conoce el funcionamiento administrativo que se necesita llevar para una buena función de mantenimiento, se complementa con un personal capacitado técnicamente que cumple con los requisitos del electromecánicos que requiere el hospital.

4.1.9 Servicio de outsourcing. El mantenimiento especializado de algunos equipos tales como plantas de emergencia, Auto claves, horno de cultivo, es manejado por persona ajeno al hospital, altamente capacitada en esta clase de servicios que como bien los conocemos como outsourcing brindado así una alta seguridad para los equipos como para las personal que opera.

4.1.10 Diagnóstico de condición de equipos. Hasta la fecha no se conoce ningún tipo de diagnóstico que informe el estado actual de los equipos y sus componentes.

4.1.11 Diagnóstico de gestión de repuestos. El hospital cuenta en gran parte con los repuestos necesarios para el buen funcionamiento de sus equipos, tales lubricantes, correas, fusibles y todo lo concerniente en materiales que involucre el mantenimiento de sus instalaciones, todo esto dispuesto en el almacén del hospital, se pudo detectar por medio visual que no se maneja ningún tipo de control para este inventario por el personal encargado, además de esto se suma que el manejo de las solicitudes para repuesto conlleva una tramitología grande que hace que el tiempo de consecución de este también lo sea, los distinto

proveedores no se encuentran en un registro continuo porque cada vez que se necesita algo se busca el mejor precio sin optar por la base de datos que no se encuentra del todo bien organizada.

4.2. ASPECTOS ORGANIZATIVOS DE LA ORGANIZACION PARA DETERMINAR LA CONVENIENCIA DE LA IMPLEMENTACION DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Tomando en cuenta los aspectos organizativos de la empresa que afectan directamente el mantenimiento, se podrá determinar la conveniencia de involucrar a la organización en el desarrollo de un mantenimiento preventivo así como en todo lo que este involucra. A continuación se evalúa los aspectos que ayudaran a determinar su aplicación³.

- **Jornada de trabajo.** Se diferencia en dos clases de organizaciones, las que trabajan en un solo turno y las que cuentan con un número determinado de turnos que se cubren las 24 horas del día. En el caso de las que trabajan en un solo turno, se produce un daño o avería, la anomalía podrá detenerse y el tiempo que allí se pierde puede ser recuperado extendiendo el turno de trabajo.

En el caso de organizaciones que trabajan durante las 24 horas del día, un daño o avería en un equipo provocara una disminución de su disponibilidad, ya que no habrá el tiempo para recuperar la producción perdida. Esto determina la necesidad de programar o no turno para el equipo de mantenimiento.

³ Torres Bernardo. Análisis y desarrollo de la aplicación informática para el mantenimiento preventivo, Valencia. 2000. p. 20-30

- **Tamaño de la empresa.** Por simple observación, los costos originados por el daño de un equipo son más relevantes en una empresa grande que en una empresa pequeña, además el fallo en una empresa grande afectara a un número mayor de empleados que una empresa pequeña.
- **Tipo de proceso.** En procesos continuos un paro debido a una avería implica una reducción en la disponibilidad de los equipos. En el caso de una producción en serie esto implica un paro general y si se trabaja bajo pedido se sufrirá un retardo en la entrega.
- **Ritmo de la actividad.** La actividad de una empresa se puede considerar como estacional o permanente. Actividad estacional cuando se concentra en periodos determinados del año actividad permanente cuando se actividad es continua a lo largo de todo el año.

Cuando se trabaja bajo un ritmo estacional el mantenimiento se puede realizar en las épocas de baja producción de modo que en los periodos de mayor producción sea difícil que aparezcan averías.

- **Grado de automatización.** Cuanto más automatizada este la empresa mayores recursos deberán presupuestarse para mantenimiento.
- **Inversión.** Se pueden clasificar las empresas en las que su inversión es mayor a 5000 millones las que su inversión está entre 1000 y 5000 millones y las que su inversión es menor o igual a 1000 millones de pesos.

En la siguiente tabla se muestran las características que cualifican a la organización y el puntaje que representan⁴.

Tabla 1. Índices de evaluación de aspectos organizativos de la empresa

ASPECTO	PUNTUACION		
JORNADA DE TRABAJO			
Tres turnos	10		
Dos turnos		5	
Un turno			1
TAMAÑO DE LA EMPRESA			
Grande	10		
Mediana		5	
Pequeña			1
TIPO DE PROCESO			
Continuo	10		
Serie		5	
Por lotes			1
RITMO DE ACTIVIDAD			
Permanente	10		
Estacional		5	
GRADO DE AUTOMATIZACION			
Alta	10		
Mediana		5	
Baja			1
INVERSION			
Grande	10		

⁴ Torres Bernardo. Análisis y desarrollo de la aplicación informática para el mantenimiento preventivo, Valencia. 2000. p. 20-30

Mediana		5	
Pequeña			1

Evaluación organizativa de la empresa. Considerando que lo primero que se debe tener a la hora de elaborar un plan de mantenimiento es el tipo de industria se evaluara el Hospital Regional Manuela Beltrán Socorro utilizando los aspectos organizativos mencionados anteriormente y a partir de los valores expuestos se estimara la conveniencia de realizar un mantenimiento preventivo si el resultado arroja lo siguiente:

- Si la puntuación suma entre 31 y 61 puntos es necesaria la aplicación del Mantenimiento preventivo.
- Si la puntuación esta entre 26 y 30 puntos se debe realizarse un estudio en profundidad para determinar la conveniencia de la aplicación del mantenimiento preventivo.
- Si la puntuación es menor a 26 puntos la empresa no requiere la implementación de un plan de mantenimiento preventivo.

Tabla 2. Evaluación organizacional para el Hospital

ASPECTO	PUNTUACION
JORNADA DE TRABAJO	
Tres turnos	10
TAMAÑO DE LA EMPRESA	
Grande	10
TIPO DE PROCESO	
Continuo	10
RITMO DE CALIDAD	

Permanente	10
GRADO DE AUTOMATIZACION	
Baja	1
INVERSION	
Grande	10
TOTAL	51

De acuerdo con lo planteado en la escala de valores, se concluye que la E.S.E Hospital Regional Manuela Beltrán requiere la implementación de un programa de mantenimiento preventivo.

4.3. SITUACION ACTUAL EN EL AREA DE MANTENIMIENTO

En la actualidad esta sección no cuenta con una filosofía idónea que incluya una planeación y ejecución para las actividades correspondientes al mantenimiento. El mantenimiento hasta hoy en día se maneja en su mayoría de manera correctiva con algunas excepciones con el que llevan un mantenimiento periódico expuesto por el fabricante del equipo y por la experiencia del personal de mantenimiento.

5. DESARROLLO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

En el presente capítulo muestra el proceso de implementación de un plan de mantenimiento preventivo, esta labor fue realizada por el autor de este proyecto para la E.S.E Hospital Regional Manuela Beltrán con el fin de mostrar el correcto funcionamiento de un buen plan administrativo para el hospital, y como primera necesidad se realizó un listado de equipos que se mostrara a continuación.

5.1. ELABORACION DE INVENTARIO

Para cualquier tipo de organización es de vital importancia contar con el inventario de sus recursos y equipos, ya que permite conocer el valor y tener una mejor perspectiva del estado, número, ubicación, que mejora el manejo de todos los equipos industriales en las labores de mantenimiento.

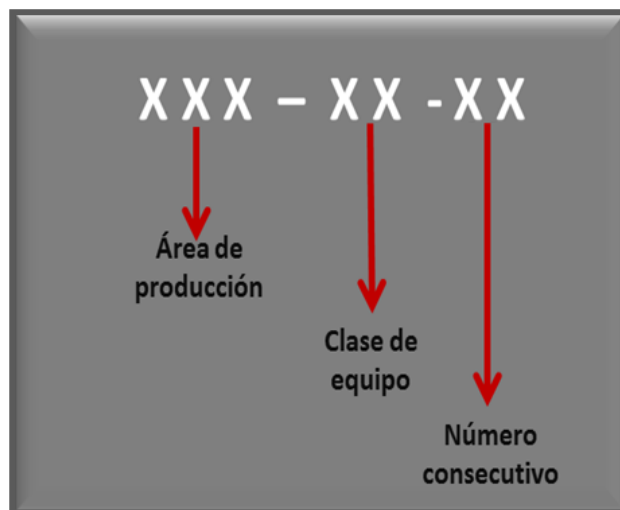
Unas de las primeras necesidades, de las encontradas en la E.S.E Hospital Regional Manuel Beltrán, fueron la culminación y la actualización del inventario, ya que faltaban cierto número de equipos por codificar y otros que no estaban dentro del inventario, además de ello no llevaban un control de las herramientas necesario para la organización del departamento de mantenimiento. La realización de esta labor fue una tarea tediosa ya que algunos equipos y maquinas no tenían una ubicación fija y además se encontraban en lugares de difícil acceso dentro de las instalaciones del hospital, esto tomo varias jornadas de recorridos y en este tiempo se aprovechó para registrar toda la información de los equipos que era suministrada por el técnico encargado de la sección.

5.2. CODIFICACION DE MAQUINAS Y EQUIPOS

Para la ejecución de un buen inventario y codificación es necesario identificar cada una de las zonas o secciones que comprende el hospital para así determinar la función dentro del servicio y determinar una denominación para cada uno de los equipos.

El código para cada máquina, equipo y herramienta está estructurado por un sistema alfanumérico, el cual está compuesto por el código del área o sección de trabajo y el tipo de máquina, con su correspondiente consecutivo.

Figura 21. Tipo de código para las máquinas y equipos



5.2.1 Criterios de codificación

Secciones que componen el hospital: el código está conformado por tres letras, que son las primeras tres del nombre que también podrían ser la más significativa de la palabra de la sección o departamento

Tabla 3. Secciones del hospital

SECCION	CODIGO
Almacén	ALM
Auditorio	AUD
Centro de acopio	CEA
Cirugía	CIR
Conmutador	CON
Cuarto de bombas	CUB
Cuarto de plantas	CUP
Enfermería	EMF
Esterilización	EST
Ginecobstetricia	GIN
Laboratorio clínico	LAB
Medicina interna	MEI
Mantenimiento	MTO
Morgue	MOR
Pediatría	PED
Planta de vacío	PDV
Odontología	ODO
Nodo ható	NOH
Nodo palmas	NOP
Quirúrgicas	QUI
Secretaría general	SEG
Subgerencia científica	SUC
Rayos X	RAX
Unidad de cuidados intensivos	USI

Fuente: Autor

- Clase de equipo:** El código de la clase de equipo está conformado por la primera letra del nombre de la máquina o equipo y seguido por la primera consonante. En el caso de que dos nombres de equipos coincidan con la codificación mencionada, se cambia la segunda letra del código de uno de los equipos, por la siguiente consonante del mismo nombre. Para las máquinas o equipos que estén conformados por dos palabras, el código se forma por la primera letra de cada palabra.

Tabla 4. Código de equipos

EQUIPOS	CODIGO
Aire acondicionado tipo ventana	AV
Aire acondicionado mini split	AS
Aire acondicionado multi split	AM
Autoclave	AU
Banco de condensadores	BC
Bomba de recirculación	BR
Bomba presurización	BP
Boba para ACPM	BA
Bomba de vacío	BV
Compresor de aire	CA
Compresor de aire seco	CS
Compresor odontológico	CO
Congelador de plasma	CP
Congelador vertical	CV
Cuarto frio	CF
Enfriador horizontal	EH
Esterilizador a vapor	EV
Esterilizador de peróxido hidrogeno	EP
Esterilizador oxido etileno	EE
Horno de cultivo	HC
Horno de secado	HS
Incubadora de cultivo	IC
Maquina fumigadora	MF
Maquina motochila	MM
Moto bomba	MB
Motor compresor	MC

Nevera	NV
Nevera alimentos	NA
Nevera stock reactivos	NS
Nevera almacenamiento de sangre	NA
Nevera microbiología	NM
Nevera medicamentos	NT
Nevera química	NQ
Planta de emergencia	PE
Planta GSM banda libre	PG
Sistema hidrostático de presión	SH
Soldador autógeno	SA
Soldador de arco eléctrico	SE
Soldador TIG	ST
Tanque almacenamiento agua	TA
Tanque presurización	TP
Tanque vacío	TV
Sistema de calefacción solar	SS
Unidad interior de aire acondicionado	UI
Unidad exterior de aire acondicionado	UE

Fuente: Autor

- **Numero consecutivo:** Es un número arbitrario que ente caso consta de dos dígitos, dependiendo del número de equipos que con que cuenta el hospital.

Ejemplo 1:

Código de equipo: **CIR-AU-01**

Sección: CIR= Cirugía

Clase de equipo: Autoclave

Consecutivo: 01

Como existen dos equipos con las mismas características solo se modifica su consecutivo, indicándonos la cantidad en el inventario.

Ejemplo 2:

Código de equipo: **CIR-AU-02**

Sección: CIR= Cirugía

Clase de equipo: Autoclave

Consecutivo: 02

5.2.2 Máquinas y equipos codificados de la E.S.E Hospital Regional Manuela Beltrán

Tabla 5. Inventario de equipos

CODIGO	EQUIPO	FABRICANTE	MODELO
CIR-AU-01	Autoclave oxido etileno	Matachana	5KL
CIR-AU-02	Autoclave	Matachana	S-100
LAB-AU-01	Autoclave	Full automatic	
LAB-AU-02	Autoclave	Matachana	S-500
LAB-AU-03	Autoclave	Matachana	S-100
CES-AU-01	Autoclave	GETEGE	406
NOH-AU-01	Autoclave de peróxido de hidrogeno	JONSON & JONSON	104212
AUD-AV-01	Aire acondicionado	LG	TVMC362kLAO

ODO-AV-02	Aire acondicionado	LG	
SUC-AV-03	Aire acondicionado	LG	
SEG-AV-04	Aire acondicionado	LG	
RAX-AV-05	Aire acondicionado	LG	
	Banco de condensadores		
MTO-BR-01	Bomba de recirculación	PEDROLLO	CPM 620
MTO-BP-01	Bomba presurización	WEG	
CEA-EH-01	Enfriador horizontal		
CEA-EH-02	Enfriador horizontal		
CEA-EH-03	Enfriador horizontal		
CEA-EH-04	Enfriador horizontal		
CEA-EH-05	Enfriador horizontal		
CEA-NT-01	Nevera medicamentos		
CEA-CV-01	Congelador vertical		
CEA-AS-01	Mini split		
CIR-CA-01	Compresor aire	SCHULZ	MSV 12
CIR-CA-02	Compresor aire	1 HM	
CIR-CA-03	Compresor aire	SIMENS	4hcc-m400x
ODO-CA-01	Compresor aire	SFM	SFM-277
MTO-CA-01	Compresor aire	BOGE	FB-6474
NOH-AV-01	Aire acondicionado	LG	
NOH-CA-01	Compresor aire	SIEMENS	3 ER1026
NOH-NV-01	Nevera		
NOH-RH-01	Refrigerador horizontal		
NOP-AS-01	Mini split	LG	
NOP-CA-01	Compresor aire	SIEMENS	3 ER1026
CIR-NV-01	Nevera	ABBA	EJECUTIVO
CIR-NV-02	Nevera	ABBA	EJECUTIVO
URG-NV-03	Nevera	ASSENTO	50LTS

URG-NV-01	Nevera	PHILIPS	ST-910
ALM-CS-01	Compresor de aire seco	BARNES	37
ALM-CO-01	Compresor odontológico	SCHULZ	
MTO-CO-01	Compresor odontológico	FIAC	DET 150
EST-EV-01	Esterilizador a vapor	MATACHANA	SC-502
EST-EV-02	Esterilizador a vapor	GETINGE	406
EST-EE-01	Esterilizador oxido etileno	3M	STERIVAC5XL
LAB-NV-01	Nevera	HARRIS	A9414
LAB-NV-02	Nevera	Blood Bank Jewett	FCT1
GIN-NT-01	Nevera de medicamentos	LG	
CIR-EP-01	Esterilizador de peróxido hidrogeno	JONSON & JONSON	
LAB-HC-01	Horno de cultivo	MEMMERT	NE 600
LAB-HC-02	Horno de cultivo	MEMMERT	B30
LAB-HC-03	Horno de cultivo	MEMMERT	NE 600
LAB-HC-04	Horno de cultivo	MEMMERT	NE 600
NOH-HC-01	Horno de cultivo		
LAB-IC-01	Incubadora de cultivo	MEMMERT	100-800
LAB-IC-02	Incubadora de cultivo	MEMMERT	100-800
LAB-CP-01	Congelador plasma	JEWETT	CTF1
ALM-MF-01	Maquina fumigadora	LECO	ASU-RAi
ALM-MM-01	Maquina motochila		
CUB-MB-01	Moto bomba 9HP	SIEMENS	Ila 3
CUB-MB-02	Moto bomba 9HP	SIEMENS	iLA 3
CUB-MB-03	Moto bomba 9HP	WEG	ICII/2H-10-2
CUB-MB-04	Moto bomba 9HP	WEG	ICII/2H-10-2
MEI-NA-01	Nevera de alimentos		
MEI-NM-01	Nevera medicamentos		
MOR-MC-01	Motor compresor 1.5HP		

MOR-CF-01	Cuarto frio	FABRICADO	-
MOR-CF-02	Cuarto frio	FABRICADO	-
MOR-NV-01	Nevera	ICASA	96708
MOR-NV-02	Nevera	HACEB	MR125E032
MTO-BA-01	Bomba para ACPM	SIEMENS	1-1/2 2HP
PED-NT-01	Nevera medicamentos	ABBA	EJECUTIVO
PED-NT-02	Nevera medicamentos	ICASA	96708
LAB-NV-01	Nevera 388 LTS	HACEB	388LTS
LAB-NV-02	Nevera 50 LTS	HACEB	BW621232
UCI-PE-01	Planta de emergencia	CUMMINS	350 DFCC
UCI-PE-02	Planta de emergencia	STEWART STEVENSON	8422
CON-PG-01	Planta GSM banda libre		FWT
MTO-SH-01	Sistema hidrostático de presión	EQUPARTS	-
MTO-TA-01	Tanque almacenamiento agua	EQUPARTS	-
MTO-TP-01	Tanque presurización	WELL MATE	LM25UB
MTO-TV-01	Tanque vacío		

Fuente: Autor

Tabla 6. Inventario de herramientas

CODIGO	EQUIPO	FABRICANTE	MODELO
CA-01	Compresor de aire	BOGE	FB-6474
CS-01	Compresor de aire seco	SCHULZ	MSV 6
ES-01	Esmeril	BOSCH	GSM175
ES-02	Esmeril		
ES-01	Equipo de soldadura	LINCOLN	POWER T 205
PL-01	Pulidora	DEWALT	V635JT
TM-01	Taladro manual	DEWALT	N658T8
TC-01	Taladro de columna		
ST-01	Soldador TIG	CEBORA	
SA-01	Soldador autógeno	RIDGD	
SE-01	Soldador de arco eléctrico	HOBART	

Fuente: Autor

5.3. ANALISIS DE CRITICIDAD

El análisis de criticidad es una metodología que permite establecer jerarquías entre Instalaciones, sistemas, equipos, elementos de equipos en beneficio de la gestión del mantenimiento, ya que permite enfocar los procesos de mantenimiento para garantizar la disponibilidad de los equipos y el uso eficiente de los recursos, optimizar la aplicación de las actividades de mantenimiento tomando en cuenta la criticidad e importancia de los activos.

Para determinar la criticidad de una unidad o equipo se utiliza una matriz de frecuencia por consecuencia de la falla.

Para resolver esta pregunta es necesario identificar todos los sistemas existentes con sus componentes en el área seleccionada y jerarquizar de acuerdo a importancia y criticidad, cada uno de estos sistemas con sus respectivos equipos. A continuación se presenta un modelo de jerarquización de sistema.

5.3.1 Evaluación de Criticidad basada en el Concepto del Riesgo⁵. Es una metodología que permite jerarquizar sistemas, instalaciones y equipos, en función de su impacto global, con el fin de optimar el proceso de asignación de recursos (económicos, humanos y técnicos). El término “crítico” y la definición de criticidad pueden tener diferentes interpretaciones y van a depender del objetivo que se está tratando de jerarquizar. Desde esta óptica existen una gran diversidad de herramientas de criticidad, según las oportunidades y las necesidades de la organización, la metodología propuesta, es una herramienta de priorización bastante sencilla que genera resultados semicuantitativos, basados en la teoría del Riesgo (Frecuencia de fallas x Consecuencias:

- $\text{Riesgo} = \text{Frecuencia} \times \text{Consecuencia}$
- $\text{Frecuencia} = \# \text{ de fallas en un tiempo determinado}$
- $\text{Consecuencia} = (+\text{Impacto Operacional} \times \text{Flexibilidad}) + \text{Costos Mto.} + \text{Impacto SAH}$

Los factores ponderados de cada uno de los criterios a ser evaluados por la expresión del riesgo se presentan a continuación:

$\text{Criticidad Total} = \text{Frecuencia de fallas} \times \text{Consecuencia}$

$\text{Consecuencia} = (\text{Impacto Operacional} \times \text{Flexibilidad}) + \text{Costo Mto.} + \text{Impacto SAH}$

⁵ PARRA, Carlos., Mantenimiento centrado en confiabilidad (MCC), Ingecon 2011.

5.3.1.1 Criterios en el cálculo de criticidad. Para el cálculo del índice de criticidad se requiere de varios criterios; dándoles a cada uno de estos una valoración numérica ubicando a tanto máquinas como equipos el grado de interés dentro de los objetivos del plan y así determinar que equipos requieren un mantenimiento con más prioridad.

Figura 22. Criterios de criticidad

Frecuencia de fallas:		Costo de Mantenimiento:	
Pobre, mayor a 2 fallas /año	4	Mayor o igual a \$200000	2
Promedio, 1-2 fallas /año	3		
Buena, 0,5-1 fallas /año	2	Inferior a \$200000	1
Excelente, menos de 0,5 fallas /año	1		
Impacto operacional:		Impacto en seguridad ambiente higiene (SAH)	
Pérdida de todo el despacho	10	Afecta la seguridad humana tanto externa como interna y requiere la notificación a entes externos de la organización	8
Parada del sistema o subsistema 7 y tiene repercusiones otros sistemas		Afecta ambiente/instalaciones	7
No genera ningún efecto significativo sobre operaciones y producción	1	Afecta instalaciones causando daños severos	5
Flexibilidad operacional:		Provoca daños menores (ambiente y seguridad)	3
No existe opción de producción y no hay función de repuesto.	4	No provoca ningún tipo de daños a personas Instalaciones o ambiente	1
Hay opción de repuesto compartido/ almacén	2		
Función de repuesto disponible	1		

Estos factores son evaluados en reuniones de trabajo con la participación de las distintas personas pertenecientes involucradas en el contexto operacional (operaciones, mantenimiento, procesos, seguridad y ambiente). Una vez que se evaluaron en consenso cada uno de los factores presentados en la tabla anterior, se introducen en la fórmula de Criticidad Total (I) y se obtiene el valor global de criticidad (máximo valor de criticidad que se puede obtener a partir de los factores ponderados evaluados = 200).

Para obtener el nivel de criticidad de cada sistema se toman los valores totales individuales de cada uno de los factores principales: frecuencia y consecuencias y se ubican en la matriz de criticidad - valor de frecuencia en el eje Y, valor de consecuencias en el eje X.

La matriz de criticidad mostrada a continuación permite jerarquizar los sistemas en tres áreas.

- Área de sistemas No Críticos (NC)
- Área de sistemas de Media Criticidad (MC)
- Área de sistemas Críticos (C)

La criticidad se determina cuantitativamente, multiplicando la probabilidad o frecuencia de ocurrencia de una falla por la suma de las consecuencias de la misma, estableciendo rasgos de valores para homologar los criterios de evaluación.

$$\text{Criticidad} = \text{Frecuencia} \times \text{Consecuencia}$$

Figura 23. Matriz de criticidad

FRECUENCIA DE FALLAS	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	MC	C	C
	2	NC	NC	MC	C	C
	1	NC	NC	NC	MC	C
		10	20	30	40	50
	CONCECUENCIA DE FALLAS					

Fuente: Ver 5

5.3.1.2 Formato de evaluación. Se formuló un formato de evaluación para tener en cuenta los criterios de las diferentes personas que están involucradas con el funcionamiento de los equipos donde se tuvo presente la información tanto de operarios como del personal técnico y de algún personal el cual requería el servicio de salud.

Tabla 7. Encuesta nivel de criticidad

EQUIPO:	CODIGO:	MARCA:
FRECUENCIA DE FALLAS		
Pobre, mayor a 2 fallas /año	4	
Promedio, 1-2 fallas /año	3	
Buena, 0,5-1 fallas /año	2	
Excelente, menos de 0,5 fallas /año	1	
IMPACTO OPERACIONAL		
Pérdida de todo el despacho	10	
Parada del sistema o subsistema y tiene repercusiones otros sistemas	7	
Impacta en niveles de inventario o calidad.	4	
No genera ningún efecto significativo sobre operaciones y producción	1	
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL		
No existe opción de producción y no hay función de repuesto.	4	
Hay opción de repuesto compartido/ almacén	2	
Función de repuesto disponible	1	
COSTOS DE MANTEIMIENTO		
Mayor o igual a \$ 200000	2	
Inferior a \$ 200000	1	
IMPACTO EN SEGURIDAD, AMBIENTE E HIGIENE		
Afecta la seguridad humana tanto externa como interna y requiere la notificación a entes externos de la organización	8	
Afecta ambiente/instalaciones	7	
Afecta instalaciones causando daños severos	5	
Provoca daños menores (ambiente y seguridad)	3	
No provoca ningún tipo de daños a personas Instalaciones o ambientes	1	

Valor de Criticidad

Tabla 8. Máquinas y equipos críticos Hospital Manuela Beltrán

CODIGO	MAQUINA	IO	FO	COSTO MTO	SAH	CO	FF	CRITICIDAD
MTO-SH-01	Sistema hidrostático de presión	10	4	2	3	45	4	180
CIR-AU-01	Autoclave	7	4	2	3	33	4	144
CIR-AU-02	Autoclave	7	4	2	3	33	4	144
LAB-AU-01	Autoclave	7	4	2	3	33	4	144
LAB-AU-02	Autoclave	7	4	2	3	33	4	144
LAB-AU-03	Autoclave	7	4	2	3	33	4	144
NOH-AU-01	Autoclave	7	4	2	3	33	4	144
CIR-EP-01	Esterilizador de peróxido hidrogeno	4	4	2	3	21	2	42
MTO-BR-01	Sistema de Bombeo de agua	7	4	1	5	34	1	34
CUB-MB-01	Moto bomba 9HP	7	4	1	5	34	1	34
PVA-BV-01	Bomba de vacío	7	4	1	5	34	1	34
CUB-MB-02	Moto bomba 9HP	7	4	1	5	34	1	34
CUB-MB-03	Moto bomba 9HP	7	4	1	5	34	1	34
CUB-MB-04	Moto bomba 9HP	7	4	1	5	34	1	34
CEA-EH-01	Enfriador horizontal	7	4	2	3	33	1	33

CEA-EH-02	Enfriador horizontal	7	4	2	3	33	1	33
CEA-EH-03	Enfriador horizontal	7	4	2	3	33	1	33
CEA-EH-04	Enfriador horizontal	7	4	2	3	33	1	33
CEA-EH-05	Enfriador horizontal	7	4	2	3	33	1	33
CEA-NT-01	Nevera medicamentos	7	4	2	3	33	1	33
CEA-CV-01	Congelador vertical	7	4	2	3	33	1	33
NOH-NV-01	Nevera	7	4	2	3	33	1	33
NOH-RH-01	Refrigerador horizontal	7	4	2	3	33	1	33
NOP-NV-01	Nevera	7	4	2	3	33	1	33
NOP-NV-02	Nevera	7	4	2	3	33	1	33
NOP-NV-03	Nevera	7	4	2	3	33	1	33
NOP-RH-01	Refrigerador horizontal	7	4	2	3	33	1	33
MEI-NA-01	Nevera de alimentos	7	4	2	3	33	1	33
MEI-NM-01	Nevera medicamentos	7	4	2	3	33	1	33
MOR-CF-01	Cuarto frio	7	4	2	3	33	1	33
MOR-CF-02	Cuarto frio	7	4	2	3	33	1	33
MOR-NV-01	Nevera	7	4	2	3	33	1	33
MOR-NV-02	Nevera	7	4	2	3	33	1	33
PED-NT-01	Nevera medicamentos	7	4	2	3	33	1	33
PED-NT-02	Nevera medicamentos	7	4	2	3	33	1	33

QUI-NT-01	Nevera medicamentos	7	4	2	3	33	1	33
QUI-NA-01	Nevera de alimentos	7	4	2	3	33	1	33
GIN-NV-01	Nevera	7	4	2	3	33	1	33
GIN-NT-01	Nevera de medicamentos	7	4	2	3	33	1	33
SEG-AV-04	Aire acondicionado	4	1	1	5	10	2	20
RAX-AV-05	Aire acondicionado	4	1	1	5	10	2	20
NOH-AV-01	Aire acondicionado	4	1	1	5	10	2	20
CEA-AS-01	Mini split	4	1	1	5	10	2	20
NOP-AS-01	Mini split	4	1	1	5	10	2	20
UCI-PE-01	Planta de emergencia	7	1	2	5	14	1	14
	Planta de emergencia	7	1	2	5	14	1	14
MOR-MC-01	Motor compresor 1.5HP	4	2	1	3	12	1	12
LAB-HC-01	Horno de cultivo	4	1	1	5	10	1	10
LAB-HC-02	Horno de cultivo	4	1	1	5	10	1	10
LAB-HC-03	Horno de cultivo	4	1	1	5	10	1	10
LAB-HC-04	Horno de cultivo	4	1	1	5	10	1	10
NOH-HC-01	Horno de cultivo	4	1	1	5	10	1	10
LAB-IC-01	Incubadora de cultivo	4	1	1	5	10	1	10

LAB-IC-02	Incubadora de cultivo	4	1	1	5	10	1	10
ALM-MF-01	Maquina fumigadora	4	1	1	5	10	1	10
ALM-MM-01	Maquina motochila	4	1	1	5	10	1	10
MTO-TA-01	Tanque almacenamiento agua	4	1	1	5	10	1	10
MTO-TP-01	Tanque presurización	4	1	1	5	10	1	10
MTO-TV-01	Tanque vacío	4	1	1	5	10	1	10

Fuente: Autor

5.3.2 Equipos críticos E.S.E Hospital Regional Manuela Beltrán. Las siguientes tablas muestran los criterios y metodología de como calcular la criticidad de los equipos del hospital.

- Análisis de criticidad Sistema de hidrostático de presión

EQUIPO:	SISTEMA HISDROSTATICO DE PRESION
CODIGO	MTO-SH-01

FRECUENCIA DE FALLAS		
Pobre, mayor a 2 fallas /año	4	X
Promedio, 1-2 fallas /año	3	
Buena, 0,5-1 fallas /año	2	
Excelente, menos de 0,5 fallas /año	1	
Calificación		4

IMPACTO OPERACIONAL		
Pérdida de todo el despacho	10	X
Parada del sistema o subsistema y tiene repercusiones otros sistemas	7	

Impacta en niveles de inventario o calidad.	4	
No genera ningún efecto significativo sobre operaciones y producción	1	
Calificación	10	

FLEXIBILIDAD OPERACIONAL		
No existe opción de producción y no hay función de repuesto.	4	X
Hay opción de repuesto compartido/ almacén	2	
Función de repuesto disponible	1	
Calificación	4	

COSTOS DE MANTEIMIENTO		
Mayor o igual a \$ 200000	2	X
Inferior a \$ 200000	1	
Calificación	2	

IMPACTO EN SEGURIDAD, AMBIENTE E HIGIENE		
Afecta la seguridad humana tanto externa como interna y requiere la notificación a entes externos de la organización	8	
Afecta ambiente/instalaciones	7	
Afecta instalaciones causando daños severos	5	
Provoca daños menores (ambiente y seguridad)	3	X
No provoca ningún tipo de daños a personas Instalaciones o ambientes	1	
Calificación	3	

CONSECUENCIAS FALLAS= (IO X FO)+ CM + SAH	
CONSECUENCIAS FALLAS	45

CRITICIDAD= FRECUENCIA O TASA DE FALLA X CONSECUENCIA DE FALLA

CRITICIDAD	180
------------	-----

- Análisis de criticidad autoclave

EQUIPO:	AUTOCLAVE
CODIGO:	CIR-AU-01

FRECUENCIA DE FALLAS		
Pobre, mayor a 2 fallas /año	4	X
Promedio, 1-2 fallas /año	3	
Buena, 0,5-1 fallas /año	2	
Excelente, menos de 0,5 fallas /año	1	
Calificación		4

IMPACTO OPERACIONAL		
Pérdida de todo el despacho	10	
Parada del sistema o subsistema y tiene repercusiones otros sistemas	7	X
Impacta en niveles de inventario o calidad.	4	
No genera ningún efecto significativo sobre operaciones y producción	1	
Calificación		7

FLEXIBILIDAD OPERACIONAL		
No existe opción de producción y no hay función de repuesto.	4	X
Hay opción de repuesto compartido/ almacén	2	
Función de repuesto disponible	1	
Calificación		4

COSTOS DE MANTEIMIENTO		
Mayor o igual a \$ 200000	2	X
Inferior a \$ 200000	1	
	Calificación	2

IMPACTO EN SEGURIDAD, AMBIENTE E HIGIENE		
Afecta la seguridad humana tanto externa como interna y requiere la notificación a entes externos de la organización	8	X
Afecta ambiente/instalaciones	7	
Afecta instalaciones causando daños severos	5	
Provoca daños menores (ambiente y seguridad)	3	
No provoca ningún tipo de daños a personas Instalaciones o ambientes	1	
	Calificación	8

CONSECUENCIAS FALLAS= (IO X FO)+ CM + SAH	
CONSECUENCIAS FALLAS	36

CRITICIDAD= FRECUENCIA O TASA DE FALLA X CONCECUENCIA DE FALLA	
CRITICIDAD	144

- Análisis de criticidad compresor odontológico

EQUIPO:	Compresor odontológico
CODIGO	ODO-CO-01

FRECUENCIA DE FALLAS		
Pobre, mayor a 2 fallas /año	4	
Promedio, 1-2 fallas /año	3	X
Buena, 0,5-1 fallas /año	2	
Excelente, menos de 0,5 fallas /año	1	
	Calificación	3

IMPACTO OPERACIONAL		
Pérdida de todo el despacho	10	
Parada del sistema o subsistema y tiene repercusiones otros sistemas	7	X
Impacta en niveles de inventario o calidad.	4	
No genera ningún efecto significativo sobre operaciones y producción	1	
	Calificación	7

FLEXIBILIDAD OPERACIONAL		
No existe opción de producción y no hay función de repuesto.	4	X
Hay opción de repuesto compartido/ almacén	2	
Función de repuesto disponible	1	
	Calificación	4

COSTOS DE MANTEIMIENTO		
Mayor o igual a \$ 200000	2	
Inferior a \$ 200000	1	X
	Calificación	1

IMPACTO EN SEGURIDAD, AMBIENTE E HIGIENE

Afecta la seguridad humana tanto externa como interna y requiere la notificación a entes externos de la organización	8	
Afecta ambiente/instalaciones	7	
Afecta instalaciones causando daños severos	5	
Provoca daños menores (ambiente y seguridad)	3	X
No provoca ningún tipo de daños a personas Instalaciones o ambientes	1	
	Calificación	3

CONSECUENCIAS FALLAS= (IO X FO)+ CM + SAH	
CONSECUENCIAS FALLAS	32


CRITICIDAD= FRECUENCIA O TASA DE FALLA X CONCECUENCIA DE FALLA	
CRITICIDAD	96

5.4. FICHA TECNICA EQUIPO

La ficha técnica es un documento el cual se registra la información más relevante del equipo o máquina, cabe mencionar que este diseño fue realizado mancomunadamente con el departamento de mantenimiento atendiendo a todas las exigencias del mismo, en la figura 24 se observa la ficha técnica

En el capítulo 7 se mira más a fondo este tipo de documentos donde se menciona importancia y los requerimientos de cada uno de ellos.


Figura 24. Ficha técnica

 <p>HOSPITAL REGIONAL MANUELA BELTRAN</p>	FICHA TECNICA PARA EQUIPOS		
	DEPARTAMENTOMANTENIMIENTO		
	CODIGO:		
	UBICACIÓN:		
FECHA:			
REGISTRO DEL EQUIPO			
NOMBRE:		SERIE:	
MARCA:		N ^o . INVENTARIO	
MODELO:		TIPO:	
DATOS TECNICOS			
Φ ROTOR:		Φ DESCARGA:	
Φ SUCCION:		PRESION DE TRABAJO	
POTENCIA:		DIMENSIONES:	
ESPECIFICACION DEL MOTOR			
MARCA:		RPM:	
MODELO:		VOLTAJE:	
POTENCIA:		TIPO:	
AMPERAJE:		DIMENSIONES:	
REGISTRO FOTOGRAFICO			

5.5. RUTINA DE MANTENIMIENTO PARA LOS EQUIPOS CRITICOS DEL HOSPITAL REGIONAL MANUELA BELTRAN

El plan de mantenimiento que se muestra a continuación muestra las diferentes rutinas de mantenimiento programadas para los equipos críticos del Hospital Regional Manuela Beltrán

CODIGO	EQUIPO
CIR-AU-02	Autoclave

 HOSPITAL REGIONAL MANUELA BELTRAN	FICHA TECNICA PARA EQUIPOS DEPARTAMENTOMANTENIMIENTO	
	CODIGO:	LAB-AU-02
	UBICACIÓN:	LAB. CLINICO
	FECHA:	19/09/2014

REGISTRO DEL EQUIPO

NOMBRE:	AUTOCLAVE	SERIE:	38672E1612
MARCA:	MATACHANA	Nº. INVENTARIO	8099
MODELO:	S100	TIPO:	

DATOS TECNICOS

CAPACIDAD	0.071 m ³	Φ DESCARGA:	
Ciclo de vacío	250 F	PRESION DE TRABAJO	
DIMENSIONES	34*34*63	DIMENSIONES:	

REGISTRO FOTOGRAFICO



Acción: Mantenimiento de la válvulas eléctricas del sistema

Frecuencia: Semestral

Procedimiento:

1. Apague y desconecte el equipo.
2. Desarme y verifique el estado de los asientos, vástagos, y empaquetaduras que componen los elementos en contacto con vapor y agua.
3. Si estos se encuentran en mal estado proceda a cambiarlos por unos nuevos.
4. Desarme y verifique los elementos que componen el accionamiento eléctrico de las válvulas
5. Compruebe el funcionamiento de cada una de las válvulas independientemente.

Acción: Inspección de la bomba de vacío.

Frecuencia: Semestral

Procedimiento:

1. Apague y desconecte el equipo.
2. Desarme y verifique el estado de las flappers.
3. Verifique el estado del impelente de la bomba.
4. Revise todas las juntas.
5. Limpie todo el cuerpo de la bomba.
6. Limpie el depósito donde la bomba crea vacío.
7. Verifique el estado eléctrico del motor.
8. Si es necesario cambie los rodamientos del motor.
9. Limpie todo el cuerpo del motor
10. Verifique el estado eléctrico del motor nuevamente y todas sus conexiones.
11. Conecte y encienda el equipo.
12. Verifique su funcionamiento.

Acción: Inspección de las juntas que componen todo el sistema.

Frecuencia: Bimestral

Procedimiento:

1. Apague y desconecte el equipo.
2. Cierre las válvulas que están involucradas.
3. Limpie las uniones.
4. Cambien las juntas que están en mal estado.
5. Abra las válvulas que estuvieron involucradas.
6. Conecte y encienda el equipo.
7. Verifique el funcionamiento.

Acción: Inspección del funcionamiento de las compuertas

Frecuencia: Anual.

Procedimiento:

1. Apague y desconecte el equipo.
2. Cierre todas las válvulas.
3. Desarme el mecanismo de cierre de las compuertas.
4. Se revisa todas las juntas para reactivar el mecanismo de seguridad de las puertas.
5. Verifique el funcionamiento del sensor de presión.
6. Verifique el funcionamiento de los elementos eléctricos que se encargan de realizar la función de interbloqueo en el sistema.
7. Si es necesario reemplace las juntas de ambas puertas.

Acción: Inspección y funcionamiento de los instrumentos que intervienen en el sistema de control de la autoclave.

Frecuencia: Semestral

Procedimiento:

1. Apague y desconecte el equipo.
2. Desmote toda la instrumentación del sistema tales como:

- Manómetro de entrada de los sistemas auxiliares que son los que indican la presencia de agua y vapor en el sistema.
- Sensores que indican al sistema de control, la presencia de cada una de las variables que intervienen en el proceso de esterilización tales como temperatura, vapor, agua, etc.

3. A cada uno de los sensores se enrollan con teflón para ampliar su vida útil.

4. Se desmontan los manómetros y los vacuómetros que miden la presión de la cámara interna del sistema.

5. Se desmonta los sensores de presión que intervienen en el funcionamiento de programas de la autoclave.

6. Calibración de los sensores por el personal encargado e incluyendo la base de datos, para que así quedasen con un ciclo de calibración.

7. Verificación del sistema de seguridad, Válvulas de seguridad y demás sistemas.


Acción: Puesta en marcha del equipo

Frecuencia: Semanal

Procedimiento:

1. Junto al personal de cirugía se procede a:
2. Se compraban todos los programas necesarios para el funcionamiento del equipo.
3. Se verifican todas las alarmas, simulando cada una de ellas.
4. Se corrieron los programas y se definieron los esquemas de carga que se utilizarán posteriormente en operación.

CODIGO	EQUIPO
ODO-CA-01	Compresor de aire

 HOSPITAL REGIONAL MANUELA BELTRAN	FICHA TECNICA PARA EQUIPOS DEPARTAMENTOMANTENIMIENTO		
	CODIGO:		ODO-CA-01
	UBICACIÓN:		Odontologia
	FECHA:		
REGISTRO DEL EQUIPO			
NOMBRE:	Compresor	SERIE:	7095
MARCA:	SFM	Nº. INVENTARIO	0065
MODELO:	25.7	TIPO:	
DATOS TECNICOS			
CILINDROS:	2	GALONES:	80
Presión de trabajo	116 PSI	PRESION MAX	150 PSI
POTENCIA:		DIMENSIONES:	
ESPECIFICACION DEL MOTOR			
MARCA:	WEG	RPM:	1000
MODELO:		VOLTAJE:	220
POTENCIA:	5HP	TIPO:	
REGISTRO FOTOGRAFICO			



Fuente: Autor

Acción: Limpieza equipo

Frecuencia: Trimestral

Procedimiento:

1. Apagar y desconectar el equipo
2. Limpieza del área circundante al compresor
3. Remover el exceso de grasa que se acumula en el tanque

Acción: Cambio de correas

Frecuencia: Anual

Procedimiento:

1. Apagar y desconectar el equipo
2. Soltar la guarda de seguridad del sistema de transmisión.
3. Soltar las correas viejas colocando una palanca entre la correa y la polea.
4. Girar la rueda hasta que la correa salga de la garganta de la polea.
5. Retirar las correas
6. Con la ayuda de la misma palanca colocar las nuevas correas
7. Verificar que las correas queden bien puestas, girando la polea 360°
8. Vuelva a colocar la guarda de seguridad asegurándose que quede bien ajustada.
9. Cerciórese que el trabajo que realizó quede bien hecho
10. Conecte el equipo
11. Encienda el equipo y verifique que el compresor funcione excelentemente.

Acción: Inspección de las poleas de la transmisión de potencia.

Frecuencia: Anual

Procedimiento:

1. Apague y desconecte el equipo
2. Con ayuda de una palanca retire las correas
3. Revisar si hay presencia de grietas

- 4.Revisar el estado de las gargantas de las poleas
- 5.Verifique el estado de las correas
- 6.Verifique la alineación de la poleas
- 7.Con ayuda de la palanca coloque de nuevo las correas
- 8.Conecte el equipo
- 9.Verifique el funcionamiento del equipo

Acción: Inspección de componentes eléctricos

Frecuencia: Anual

Procedimiento:

- 1.Apague el equipo.
- 2.Verifique el estado de todo el cableado del equipo.
- 3.Con un multímetro verifique las variables eléctricas voltaje y corriente del equipo.
- 4.Verifique el estado de la toma corriente, que no esté suelto o con algún tipo de quemadura.
- 5.Prenda el equipo.
- 6.Verifique el funcionamiento del equipo.

Acción: cambio de aceite

Frecuencia: Anual

Procedimiento:

- 1.Apague y desconecte el equipo.
- 2.Retirar la tapa del depósito del aceite.
- 3.Coloque un recipiente en la parte inferior del equipo y retire la tapa inferior del depósito de aceite.
- 4.Espere hasta que se desocupe el depósito del hidráulico
- 5.Coloque nuevamente la tapa inferior
- 6.Agregue el fluido nuevo al tanque hasta donde indique el nivel
- 7.Colocar la tapa superior.

- 8.Limpie algún tipo de suciedad generada por el cambio del aceite.
- 9.Conecte el equipo
- 10.Prenda el equipo y verifique su funcionamiento.

Acción: Cambio del filtro.

Frecuencia: Anual

Procedimiento:

- 1.Apague y desconecte el equipo.
- 2.Retire la tapa superior del filtro.
- 3.Retire el filtro.
- 4.Limpie bien el soporte del filtro.
- 5.Coloque el filtro nuevo en el soporte.
- 6.Coloque la tapa y ajuste bien.
- 7.Conecte el equipo y enciéndalo.
- 8.Verifique el funcionamiento.

Acción: Inspección de fugas del hidráulico

Frecuencia: Bimestral

Procedimiento:

- 1.Apague y desconecte el equipo
- 2.Verifique algún tipo de fuga en el equipo
- 3.Limpie cualquier exceso de suciedad.
- 4.Conecte el equipo.
- 5.Encienda el equipo.
- 6.Verifique el funcionamiento.

6. MANTENIMIENTO BASADO EN CONFIABILIDAD RCM PARA EL SISTEMA DE CALEFACCION DE AGUA POR TUBOS DE CALOR

6.1. FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE CALEFACCION DE AGUA

Este un sistema que está conformado por varios subsistemas que tienen la habilidad de convertir la energía solar en energía térmica, capturando la radiación emitida por el sol y transformándola en este caso en calor. Calor que es aprovechado para el calentamiento de agua tanto a nivel doméstico como a nivel hospitalario ya que es de gran utilidad en varias dependencias dentro del Hospital Regional Manuela Beltrán como pediatría, laboratorio, urgencias, etc. A continuación explicare cada uno de los subsistemas que conforman el sistema de calefacción de agua por tubos de calor.

6.1.1 Captadores solares de tubos de vacío “todo vidrio”. En este subsistema los tubos están completamente hechos de vidrio ya que dentro de un tubo de estos se introduce otro tubo de vidrio el cual es sellado y aislado de tal forma que se produzca vacío, facilitando la transferencia de calor y elevando la eficiencia es estos. La gran ventaja de la utilización de tubos de calor es que en caso de falla solo se cambia el tubo estropeado y no todo el panel, por esto reduce los costos por mantenimiento.

En la figura 25. Se muestra el subsistema de captadores solares compuesto por tubos de vacío

Figura 25. Colectores solares Hospital Manuela Beltrán



6.1.2 Circuito primario. Es un circuito cerrado que está encargado de transportar el calor desde el colector solar hasta el acumulador (sistema que almacena el calor). El líquido utilizado en este caso es agua o una mezcla que el gran porcentaje es agua y es resto es un aditivo que mejora las condiciones del acumulador no dejando oxido en sus paredes.

En la figura 26. En la parte de al fondo se puede observar el circuito primario en cual lleva el agua al acumulador por gravedad.

Figura 26. Circuito primario



6.1.3 Intercambiador de calor. Este subsistema calienta el agua que llamamos de consumo, o la que se va utilizar en las diferentes dependencias del hospital, utilizando la radiación solar este se encuentra en el circuito cerrado a uno de sus extremos, tiene la forma de un serpentín ya que de esta forma aumenta la superficie de contacto y así mismo su eficiencia.

6.1.4 Acumulador o tanque. Es el depósito de almacenamiento de agua que a este nivel ya se encuentra a cierta temperatura y lista para el consumo. Se conforma de una entrada de agua fría y una salida de agua caliente. La entrada de agua fría se encuentra por debajo del nivel del agua caliente, esta posición ayuda que el agua entrante tome cierta temperatura ante de seguir con el ciclo.

Cabe resaltar que este acumulador tiene un sistema para evitar los efectos de corrosión del agua a altas temperaturas que es aún mayor que a temperatura ambiente.

En la figura 27. Se observa el tanque el cual acumula el agua caliente y luego es distribuida a todas las dependencias.

Figura 27. Acumulador o tanque de agua



6.1.5 Circuito secundario. También conocido como circuito de consumo. Este circuito es el que está encargado de llevar el agua previamente calentada en el acumulador al consumo de las diferentes dependencias, esta tubería se encuentra bien aislada con recubrimiento para así evitar pérdidas de calor en el agua.

6.1.6 Bombas. Las bombas en este caso son de tipo recirculación para este sistema se encuentran dos bombas dividiéndose el trabajo y así evitando deterioros próximos, por fatiga ya que maneja agua a cierta temperatura aumentado el deterioro por oxidación y además sirve como un sistema de apoyo ya que en caso de que deje de funcionar una la segunda la sustituye evitando algún tipo de excusa para el buen funcionamiento del sistema.

En la figura 28. Se muestran las bombas utilizadas para recirculación del agua caliente dentro del sistema de calefacción de agua.

Figura 28. Sistema de bombeo



6.1.7 Tuberías. Las tuberías del sistema se encuentran recubiertas de un aislante térmico para evitar pérdidas de calor en el recorrido, la tubería es en acero inoxidable para evitar deterioros por corrosión y esta es recubierta por un aislante térmico compuesto por fibra de vidrio, encima de este se coloca un adhesivo metalizado que ayuda a mantener el aislante térmico en su posición.

Figura 29. Sistema de tuberías



6.1.8 Panel de control. Se dispone también de un panel principal de control en la instalación, donde se muestran las temperaturas en cada instante (un regulador térmico), de manera que pueda controlarse el funcionamiento del sistema en cualquier momento. Aparecen también los relojes encargados del intercambio de bombas.

En la figura 30. Se observa el sistema de control para determinar las diferentes temperaturas a las cuales debe estar el agua.

Figura 30. Sistema de control



6.2. IMPLEMENTACION DEL RCM PARA EI SISTEMA DE HIDROSTATICO DE PRESION

La metodología utilizada por el RCM parte del estudio impuesto por el mismo método llamado análisis tipo AMEF (Análisis de Modo Efecto de Falla), desarrollando un formato definido por el RCM, definido como Hoja de información RCM, en la cual se recopila la siguiente información del equipo.

- Función
- Fallo funcional
- Modo de fallo

- Efecto

Toda la información que se obtiene es registrada en la hoja de información RCM que es impuesta por la norma SAE JA1011, donde se responden a una serie de preguntas que enfocan un análisis correcto de la metodología RCM.

6.2.1 Determinación de las funciones del equipo

1. Elevar la temperatura del agua a no más de 40°C.
2. Transmitir una señal de alarma cuando la temperatura del agua no se encuentre entre los parámetros requeridos.
3. Mantener el agua con los estándares de salubridad y condiciones requeridas.
4. Transportar el agua a través de las instalaciones de la organización para el beneficio de cada uno de los departamentos.
5. Transmitir un buen estado del sistema contribuyendo al mejoramiento del medio ambiente.

Esta descripción de funciones se plantearon de una forma general o global del equipo, señalando una inspección media, debido a que si el nivel de inspección era alto las funciones nos direccionaban a los modos y efectos de falla de los diferentes componentes del equipo volviendo repetitivo y poco práctico el análisis.

6.2.2 Determinación de los fallos funcionales. ¿En qué aspectos no responde al cumplimiento de sus funciones?

Detectando las funciones realizadas por el equipo, se procede a determinar los fallos funcionales que a su vez ayudan a detectar los fallos técnicos que se pueden presentar a partir del análisis realizado. Según la metodología expuesta

por el RCM la nomenclatura para abreviar los fallos funcionales debe ser de forma alfabética ya que ayuda a mantener un orden dentro de la hoja de información.

Tabla 9. Tabla de información función 2. Falla funcional, sistema de calefacción de agua.

2	Transmitir una señal de alarma cuando la temperatura del agua no se encuentre entre los parámetros requeridos.	A	No transmite la señal de alarma cuando la temperatura no llega a lo requerido
		B	Fallo en el visualizador del control de temperatura
		C	Transmisión de señales de alarma incorrectas de la termocupla del tanque
		D	Transmisión de señales de alarma incorrectas de la termocupla de los colectores

Al final de este capítulo se presentara la hoja de información además de la planilla informativa donde se incluye toda la información requerida para el cumplimiento de la metodología del análisis RCM.

6.2.3 Determinación de los modos de fallo. ¿Que ocasiona cada falla funcional?

A partir de los fallos funcionales encontrados y sus funciones establecidas se procede a determinar los modos de fallo o causas de cada uno de los fallos encontrados en la fase anterior, los cuales se enumeran y de existir varios fallos se enlistaran según el grado de importancia.

Tabla 10. Hoja de información, fallas funcionales y modos de falla de la función 3 Sistema de calefacción de agua

A	No transmite la señal de alarma cuando la temperatura no llega a lo necesitado	1	Mal funcionamiento del sensor o termocupla del acumulador
		2	Mala conexión entre las terminales de sensor de temperatura y el panel de control en el sistema eléctrico de control
		3	El dispositivo visual de alarma no funciona LED del sistema de control
B	Fallo en el visualizador del control de temperatura	1	Sistema de visualización defectuoso pantalla LCD
		2	Mala conexión entre las terminales del panel y el sensor de temperatura
		3	No convierte la señal analógica que proviene de los sensores a forma digital
C	Transmisión de	1	Deterioro de la instalación eléctrica entre el sensor y el módulo de control diferencial

	señales de alarma incorrectas del sensor de temperatura del acumulador	2	Deterioro del sensor de temperatura
		3	Dispositivo de visualización de alarma no funciona LED y pantalla LCD
D	Transmisión de señales de alarma incorrectas del sensor de temperatura del acumulador	1	Deterioro de la instalación eléctrica entre el sensor y el módulo de control diferencial
		2	Deterioro del sensor de temperatura
		3	Dispositivo de visualización de alarma no funciona LED y pantalla LCD

6.2.4 Determinación de los efectos de falla. ¿Qué sucede cuando ocurre cada falla?

Para cada uno de los modos de fallo establecidos con anterioridad, se procede a analizarlos y se determinan las consecuencias que acarrearían dentro del sistema o componente analizado y si estas consecuencias son relevantes para el grupo de mantenimiento y para los departamentos afectados.

Tabla 11. Hoja de información, modos de fallo y efectos de fallo de la función 3
Sistema de calefacción de agua

1	Mal funcionamiento del sensor o termocupla del acumulador	No registra las temperaturas a la cual debe estar el agua en el acumulador
2	Mala conexión entre las terminales de sensor de temperatura y el panel de control en el sistema eléctrico de control	Medición incorrecta de los datos registrados entre la termocupla y sistema de control
3	El dispositivo visual de alarma no funciona LED del sistema de control	No emite señal alguna donde se pueda verificar la falla

6.3. RESULTADOS OBTENIDOS EN LA IMPLEMENTACIÓN DEL RCM

En las tablas que se muestran a continuación la Hoja de información elaborada para el sistema de calefacción de agua, la cual contiene todo el análisis realizado sobre identificación de las funciones del sistema además sus fallas funcionales, modos de falla y efectos de falla.

Tabla 12. Hoja de información. Análisis de modos y efectos de falla de la función 1.




 Hospital Manuela Beltrán		PLANTILLA DE INFORMACION RCM				
SISTEMA:		SISTEMA HIDROSTATICO DE PRESION			SCA	
CODIGO:		MTO-SH-001	HOJA No. 001			
FACILITADOR:		JHERSON ORLANDO PINILLA M.			FECHA	
AUDITOR:		JABID QUIROGA			03/10/2014	
F	FUNCION	FF	FALLA FUNCIONAL	MF	MODO DE FALLA	EFECTO DE FALLA
1	Elevar la temperatura del agua a no más de 55 Grados Centigrados	A	El agua no llega a una temperatura requerida	1	Acumulamiento de suciedades en la superficie de los tubos de vacío	No captación de los rayos solares
				2	Creación de cristales por impurezas del agua dentro del colector	Condensaciones creadas en la horas centrales del día
				3	Tapado parcial del campo de los colectores	No llega el agua a una temperatura ideal y elevacion de la presion de trabajo
		B	Perdida de calor del agua y perdida de presion del sistema	1	Juntan deformadas por calentamiento excesivo	Posible fugas de agua y disminución del diámetro de tubería
				2	Agrietamiento en las juntas por calentamiento excesivo	Posible fugas de agua y rotura total de la tubería
				3	Deterioro en el absorbedor	Corrosión en tuberías, deformación en la tubería y por ultimo fugas
				4	Malas conexiones en las tuberías	Fugas
		C	Posicion inadecuada del colector	1	Sistema de sujecion deteriorado o suelto	Mala captacion de la luz solar por tubos de vacio sueltos
				2	Fatiga en la estructura de soporte de los colectores	Corrosión excesiva de la estructura, posible rotura del soporte y caída de los colectores

Tabla 13. Hoja de información. Análisis de modos y efectos de falla de la función 2.

 Hospital Manuela Beltrán		PLANTILLA DE INFORMACION RCM				
SISTEMA:		SISTEMA HIDROSTATICO DE PRESION			SCA	
CODIGO:		MTO-SH-001	HOJA No. 001			
FACILITADOR:		JHERSON ORLANDO PINILLA M.			FECHA	
AUDITOR:		JABID QUIROGA			03/10/2014	
F	FUNCION	FF	FALLA FUNCIONAL	MF	MODO DE FALLA	EFEECTO DE FALLA
2	Transmitir una señal de alarma cuando la temperatura del agua no se encuentre entre los parámetros requeridos.	A	No transmite la señal de alarma cuando la temperatura no llega a lo requerido	1	Mal funcionamiento del sensor o termocupla del acumulador	No registra las temperaturas a la cual debe estar el agua en el acumulador
				2	Mala conexión entre las terminales de sensor de temperatura y el panel de control en el sistema eléctrico de control	Medición incorrecta de los datos registrados entre la termocupla y sistema de control
				3	El dispositivo visual de alarma no funciona LED del sistema de control	No emite señal alguna donde se pueda verificar la falla
		B	Fallo en el visualizador del control de temperatura	1	Sistema de visualización defectuoso pantalla LCD	No se puede verificar visualmente la temperatura del acumulador
				2	Mala conexión entre las terminales del panel y el sensor de temperatura	Puede ocasionar cortos circuitos y dañar el panel de control
				3	No convierte la señal analógica que proviene de los sensores a forma digital	Perdida de la señal para verificación de temperatura
		C	Transmisión de señales de alarma incorrectas del sensor de temperatura del acumulador	1	Deterioro de la instalación eléctrica entre el sensor y el módulo de control diferencial	Puede ocasionar cortos circuitos
				2	Deterioro del sensor de temperatura	Información falsa acerca de la temperatura del acumulador
				3	Dispositivo de visualización de alarma no funciona LED y pantalla LCD	No verificación de la temperatura del acumulador
		D	Transmisión de señales de alarma incorrectas del sensor de temperatura colectores	1	Deterioro de la instalación eléctrica entre el sensor y el módulo de control diferencial	Puede ocasionar cortos circuitos
				2	Deterioro del sensor de temperatura	Información falsa acerca de la temperatura del acumulador
				3	Dispositivo de visualización de alarma no funciona LED y pantalla LCD	Puede ocasionar cortos circuitos


Fuente: Autor

Tabla 14. Hoja de información. Análisis de modos y efectos de falla de la función 3.

 Hospital Manuela Beltrán		PLANTILLA DE INFORMACION RCM				
SISTEMA:		SISTEMA HIDROSTATICO DE PRESION			SCA	
CODIGO:		MTO-SH-001	HOJA No. 001			
FACILITADOR:		JHERSON ORLANDO PINILLA M.			FECHA	
AUDITOR:		JABID QUIROGA			03/10/2014	
F	FUNCION	FF	FALLA FUNCIONAL	MF	MODO DE FALLA	EFFECTO DE FALLA
3	Mantener el agua con los estandares de salubridad y condiciones requeridas	A	Agua no lista para su consumo	1	Presencia de lodos en el fondo del acumulado	Agua contaminada que se bombea a las diferentes dependencias
				2	Presencia de microorganismo que contaminan el agua	Enfermedades estomacales por consumo de agua
				3	Corrosión en el acumulador	Presencia de partículas contaminantes en el agua
		B	Perdida de calor dentro del acumulador	1	Falta de un sistema de aislamiento para mantener el calor	No se mantiene el agua a la temperatura requerida
				2	Agrietamiento de las juntas del acumulador	Perdida de agua que ya esta a cierta temperatura
				3	Tuberías deterioradas	Perdida de presión a la salida del agua y perdida de calor

Fuente: Autor

Tabla 15. Hoja de información. Análisis de modos y efectos de falla de la función 4.

 Hospital Manuela Beltrán		PLANTILLA DE INFORMACION RCM				
SISTEMA:		SISTEMA HIDROSTATICO DE PRESION			SCA	
CODIGO:		MTO-SH-001	HOJA No. 001			
FACILITADOR:		JHERSON ORLANDO PINILLA M.			FECHA	
AUDITOR:		JABID QUIROGA			03/10/2014	
F	FUNCION	FF	FALLA FUNCIONAL	MF	MODO DE FALLA	EFEECTO DE FALLA
4	Transportar el agua a través de las instalaciones de la organización para el beneficio de cada uno de los departamentos.	A	Perdida de calor en tuberías y presencia de microorganismos	1	Presencia de microorganismos en tuberías, bombas que contaminan el agua y acumulador	Agua con impurezas y con limitantes para el consumo
				2	Degradación de la protección de uniones y ausencia de humedad	Fugas en tuberías y pérdida de calor
				3	Uniones y ausencia de humedad	Tuberías totalmente seca y pérdida de calor
				4	Estanqueidad en tuberías	Posibles fugas en circuito hidráulico
				5	Deterioro de tuberías	Presencia de fugas y baja presión
		B	Estanqueidad en la bomba	1	Falta de un sistema de aislamiento para mantener el calor	No se mantiene el agua a la temperatura requerida
				2	Agrietamiento de las juntas del acumulador	Perdida de agua que ya esta a cierta temperatura
				3	Tuberías deterioradas	Perdida de presión a la salida del agua y pérdida de calor
		C	Baja presión en el sistema hidráulico	1	Bolsa de expansión rota	Presión deficiente en el sistema hidráulico
				2	Vaso de expansión con fugas	No hay buena presión en el sistema hidráulico y pérdida del fluido
				3	Bolsa de espacio deteriorada	No hay buena presión en el sistema hidráulico
				4	Juntas del vaso de expansión deterioradas	Presencia de fugas y baja presión
				5	Cavitación en la bomba	El agua llega con baja presión
				6	Impulsor de la bomba deteriorado	No llega agua suficiente a las dependencias del hospital

Fuente: Autor

Tabla 16. Hoja de información. Análisis de modos y efectos de falla de la función 5.

 Hospital Manuela Beltrán		PLANTILLA DE INFORMACION RCM				
SISTEMA:		SISTEMA HIDROSTATICO DE PRESION			SCA	
CODIGO:		MTO-SH-001	HOJA No. 001			
FACILITADOR:		JHERSON ORLANDO PINILLA M.			FECHA	
AUDITOR:		JABID QUIROGA			03/10/2014	
F	FUNCION	FF	FALLA FUNCIONAL	MF	MODO DE FALLA	EFECTO DE FALLA
5	Transmitir un buen estado del sistema contribuyendo al mejoramiento del medio ambiente.	A	Posibles deterioros del sistema	1	Condiciones extremas de operación	Deterioro de la estructura que soporta los colectores
				2	Corrosión la estructura del equipo	Enfermedades estomacales por consumo de agua
				3	Mal manejo del CO2 emitido	Contaminación medio ambiente

Fuente: Autor

A partir de la hoja de información y para cada falla funcional definida, por medio del diagrama de decisiones RCM mostrado a continuación en la figura 31, a través de una secuencia lógica expuesta por el diagrama, la cual consta de recorrer parte superior izquierda hacia la parte inferior derecha, dependiendo de las respuestas, a las preguntas establecidas en el diagrama, se obtiene una hoja de decisiones, la cual establece las tareas de mantenimiento que se deben aplicar según lo indique el diagrama de decisiones.

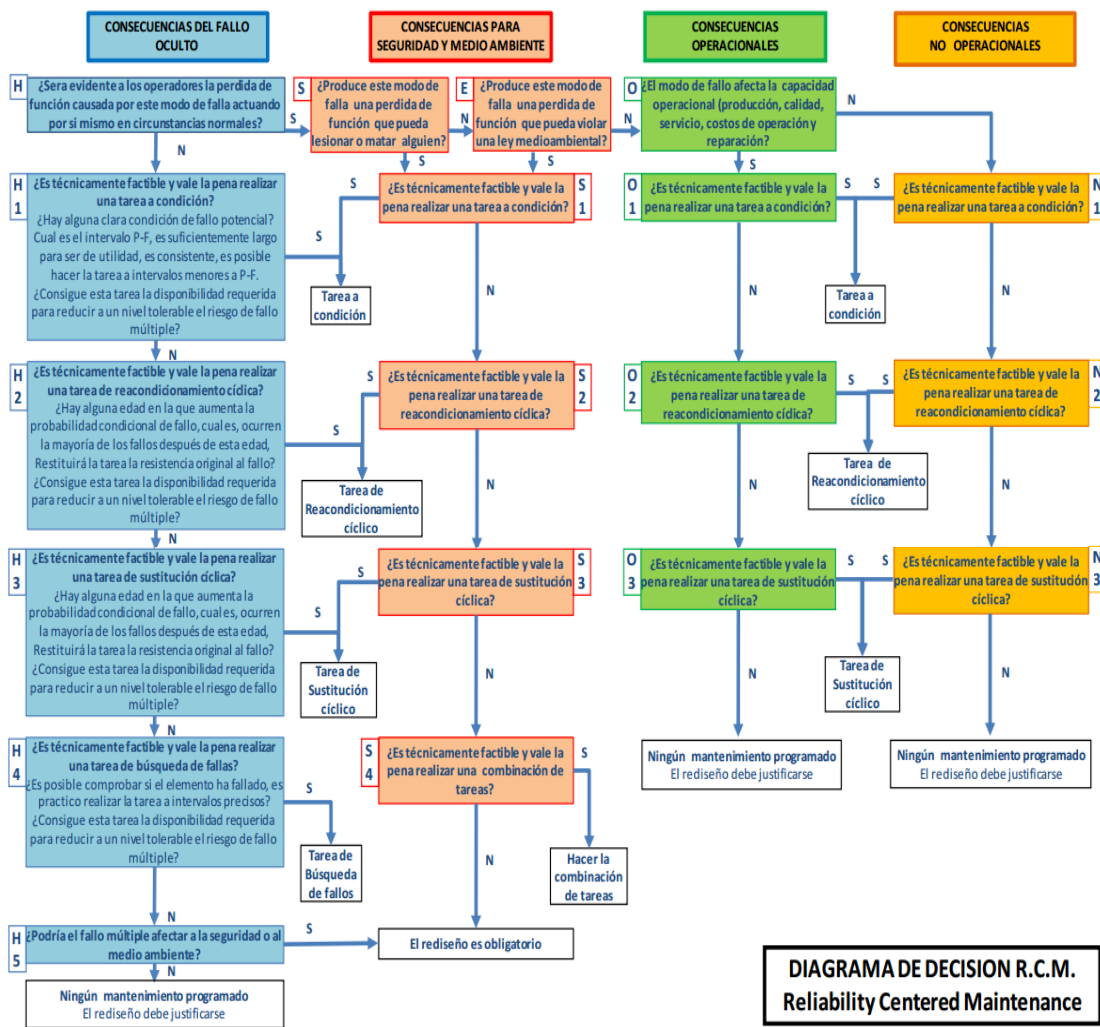
Las tareas de mantenimiento según el RCM pueden ser:

- Tareas proactivas preventivas, que corresponde a una estrategia de prevención de fallas.
 - 1.Sustitución y reacondicionamiento cíclico
 - 2.Condicionales o predictivas

- Acciones a falta de una tarea proactiva efectiva, que corresponden a un estrategia de acción contra la falla:

1. Búsqueda de fallas ocultas
2. Rediseño
3. Mantenimiento rotura o avería

Figura 31. Diagrama de decisiones RCM



Fuente: Moubray John. Mantenimiento centrado en confiabilidad

En las tablas 15 y 16 se observa la hoja de decisiones elaborada para el sistema hidrostático de presión, la cual se apoyó en la experiencia del personal de mantenimiento y por las recomendaciones del fabricante.

Tabla 17. Hoja de decisiones sistema hidrostático de presión

													SISTEMA: SISTEMA HIDROSTATICO DE PRESION					
HOJA DE DECISIONES RCM													FACILITADOR: JHERSON ORLANDO PINILLA M					
													AUDITOR: JABID QUIROGA					
													FECHA: 03/10/2014	HOJA No: 001				
REFERENCIA DE INFORMACION			EVALUACION DE LAS CONSECUENCIA				H1	H2	H3	ACCION A FALLA DE				TAREAS PROPUESTAS	INTERVALO	RESPONSABLE		
F	FF	MF	H	S	E	O	S1	S2	S3	O1	O2	O3	H4				H5	S4
1	A	1	N	N	N	S	S	S								LIMPIEZA DE LOS TUBOS DE CALOR	TRIMESTRAL	TECNICO
1	A	2	N	N	N	N	S									PURGA DE LOS TUBOS DE CALOR	TRIMESTRAL	TECNICO
1	A	3	S	N	N	S	N	N	S							CAMBIO DEL TUBO DE CALOR	A CONDICION	TECNICO
1	B	1	N	N	S	S	N	N	S							CAMBIO DE LA JUNTA DE UNION	A CONDICION	TECNICO
1	B	2	N	N	N	S	N	N	S							CAMBIO DE LA JUNTA DE UNION	A CONDICION	TECNICO
1	B	3	N	N	N	S	N	N	S							CAMBIO DE PIEZA	A CONDICION	TECNICO
1	B	4	N	N	N	S	S									LIMPIEZA DE TUBERIA Y REACONDIONAMIENTO	A CONDICION	TECNICO
1	C	1	N	N	N	S	S									LIMPIEZA DEL SISTEMA DE SUJECION Y REACONDIONAMIENTO DE LOS TUBOS	ANUAL	TECNICO
1	C	2	S	N	N	N	S									MANTENIMIENTO DE TODO EL SOPORTE DE LOS TUBOS DE CALOR	ANUAL	TECNICO
2	A	1	S	N	N	N	N	N	S							CAMBIO DE TERMOCUPLA	TRIMESTRAL	TEC ELECTRONICO
2	A	2	N	S	N	N	S									LIMPIEZA Y RECONEXION DE LA CONECCION ELECTRICA DEL SISTEMA	SEMESTRAL	TEC ELECTRONICO
2	A	3	S	N	N	N	S									VERIFICACION DE COMPONENTE Y VERIFICACION DE FUNCIONAMIENTO	DIARIO	TECNICO
2	B	1	S	N	N	N	S									VERIFICACION DE CONECCION	DIARIO	TECNICO
2	B	2	N	N	N	N	S									LIMPIEZA DE CONECCIONES Y VERIFICAR CUALES ESTAN EN MAL ESTADO	SEMESTRAL	TEC ELECTRONICO
2	B	3	N	N	N	N	S									REVISION PANEL DE CONTROL DE TEMPERATURA O CAMBIO DE LA TERMOCUPLA	ANUAL	TECNICO
2	C	1	N	N	N	N	S									INSPECCION VISUAL DEL ESTADO DEL CABLEADO	SEMESTRAL	TECNICO
2	C	2	N	N	N	S	N	N	S							CAMBIO DEL SENSOR	A CONDICION	TECNICO
2	C	3	S	N	N	N	S									LIMPIEZA E INPECCION DE CONTACTOS DEL PANEL	SEMESTRAL	TEC ELECTRONICO
2	D	1	N	N	N	N	S									INSPECCION VISUAL DEL ESTADO DEL CABLEADO	SEMESTRAL	TECNICO
2	D	2	N	N	N	S	N	N	S							CAMBIO DEL SENSOR	A CONDICION	TECNICO
2	D	3	S	N	N	N	S									LIMPIEZA E INPECCION DE CONTACTOS DEL PANEL	SEMESTRAL	TEC ELECTRONICO
3	A	1	N	N	S	N	S									LIMPIEZA Y VERIFICACION DEL PH DEL AGUA	SEMESTRAL	TECNICO
3	A	2	N	S	S	N	S									PRUEBAS DE LABORATORIO	SEMESTRAL	ESPECIALISTA
3	A	3	S	N	S	N	S									INSPECCION VISUAL PATE INTERNA ACUMULADOR	ANUAL	TECNICO
3	B	1	S	N	N	N	N	N	S							CAMBIO EL MATERIAL AISLANTE	3 AÑOS	TECNICO
3	B	2	N	N	N	N	S									VERIFICACION DE JUNTAS DEL ACUMULADOR Y CAMBIO SI REQUIERE	ANUAL	TECNICO
3	B	3	S	N	N	N	S									INSPECCION VISUAL TUBERIA	SEMANTAL	TECNICO

Tabla 18. Hoja de decisiones sistema hidrostático de presión

													SISTEMA: SISTEMA HIDROSTATICO DE PRESION			
													HOJA DE DECISIONES RCM			
													FACILITADOR: JHERSON ORLANDO PINILLA M			
													AUDITOR: JABID QUIROGA			
													FECHA: 03/10/2014			
													HOJA No: 002			
REFERENCIA DE INFORMACION			EVALUACION DE LAS CONSECUENCIA				H1	H2	H3	ACCION A FALLA DE				TAREAS PROPUESTAS	INTERVALO	RESPONSABLE
							S1	S2	S3							
F	FF	MF	H	S	E	O	O1	O2	O3	H4	H5	S4				
4	A	1	N	S	S	N	S							LIMPIEZA Y VERIFICACION DEL PH DEL AGUA	SEMESTRAL	TECNICO
4	A	2	N	N	N	N	S							ISPECCION VISUAL DE LAS TUBERIAS DEL SISTEMA	SEMANTAL	TECNICO
4	A	3	N	N	N	N	S							PRUEBAS Y VERIFICACION DE CONSUMO DE AGUA EN LAS DEPENDENCIAS	TRIMESTRAL	TECNICO
4	A	4	N	N	N	N	S							PRUEBA DE ESTANQUEIDAD DE TUBERIAS	ANUAL	ESPECIALISTA
4	A	5	N	N	N	S	S							VERIFICACION VISUAL DE TODO EL SISTEMA DE TUBERIAS	SEMESTRAL	TECNICO
4	B	1	N	N	N	N	N	N	S					COLOCAR MATERIAL AISLANTE EN TUBERIA CERCA A LA BOMBA		
4	B	2	N	N	N	S	S							VERIFICACION VISIAL DE LAS JUNTAS DE LA BOMBA	SEMESTRAL	TECNICO
4	B	3	S	N	N	N	S							PRUEBA DE ESTANQUEIDAD PARA TODO EL SISTEMA	TRIMESTRAL	ESPECIALISTA
4	C	1	S	N	N	N	N	N	S					CAMBIO DE LA BOLSA DE PRESION	A CONDICION	TECNICO
4	C	2	S	N	N	N	N	N	S					CAMBIO DEL VASO DE PRESION O TANQUE DE PRESURIZACION	A CONDICION	TECNICO
4	C	3	S	N	N	N	N	N	S					CAMBIO DE BOLSA DE PRESION	3 AÑOS	TECNICO
4	C	4	S	N	N	N	S							VERIFICACION VISUAL DE LAS JUNTAS DEL TANQUE DE PRESURIZACION	SEMESTRAL	TECNICO
4	C	5	N	N	N	N	S							ISNPECCION VISUAL DE LA PRESION DEL SISTEMA	DIARIO	TECNICO
4	C	6	N	N	N	N	N	N	S					CAMBIO DEL IMPULSOR DE LA BOMBA	3 AÑOS	TECNICO
5	A	1	S	N	N	N	S							INSPECCION DE ESTRUCTURA EXTERNA DE LOS COLECTORES	SEMANTAL	TECNICO
5	A	2	S	N	N	N	S							LIMPIEZA Y PINTADO DE ESTRUCTURA DE SOPORTE	3 AÑOS	TECNICO
5	A	3	N	N	S	N	S							LIMPIEZA DE FILTROS DE EMASION DE GASES	SEMESTRAL	TECNICO

Fuente: Autor

En los anexos del A al D encontrarán el estudio RCM los demás equipos críticos tales como el autoclave y el compresor de la unidad odontológica.

7. ESTRUCTURACION DEL AREA DE MANTENIMIENTO HOSPITAL MANUELA BELTRAN

El proceso del mantenimiento en el sector de la salud se estructura dependiendo del nivel de complejidad de la institución prestadora de servicios de salud, para lo cual es importante tener presente el siguiente esquema organizativo:

- En el primer nivel, cubriendo los hospitales de primer nivel de atención, centros de salud, consultorios, etc.
- En el segundo y tercer nivel cubriendo hospitales de mediana y alta complejidad, e integrando los centros de especialidades.

7.1. DEFINICION

El mantenimiento hospitalario y específicamente el industrial se definen como el proceso que integra un conjunto de procedimientos técnicos y administrativos diseñados para prevenir averías, mantener, mejorar y restablecer la infraestructura y la dotación hospitalaria a su estado normal de funcionamiento⁶.

7.2. FILOSOFIA DE MANTENIMIENTO

La filosofía de mantenimiento es la de tener un nivel reducido de personal para las funciones técnicas que exige este departamento, que sea consciente de la

⁶ MINISTERIO DE SALUD COLOMBIANO. Decreto 1769. 1994. Artículo VII. Pág. 1.

optimización del servicio que se brinda y de una alta disponibilidad para todos los equipos que componen el hospital en este caso los equipos industriales.

7.3. POTICA DE MANTENIMIENTO

Un servicio de mantenimiento para una institución prestadora de servicios de salud de mediana y alta complejidad puede tener la siguiente estructura organizacional básica la cual variará de acuerdo a la cantidad de centros asistenciales o unidades de negocio del hospital y del volumen de actividades de los mismos.

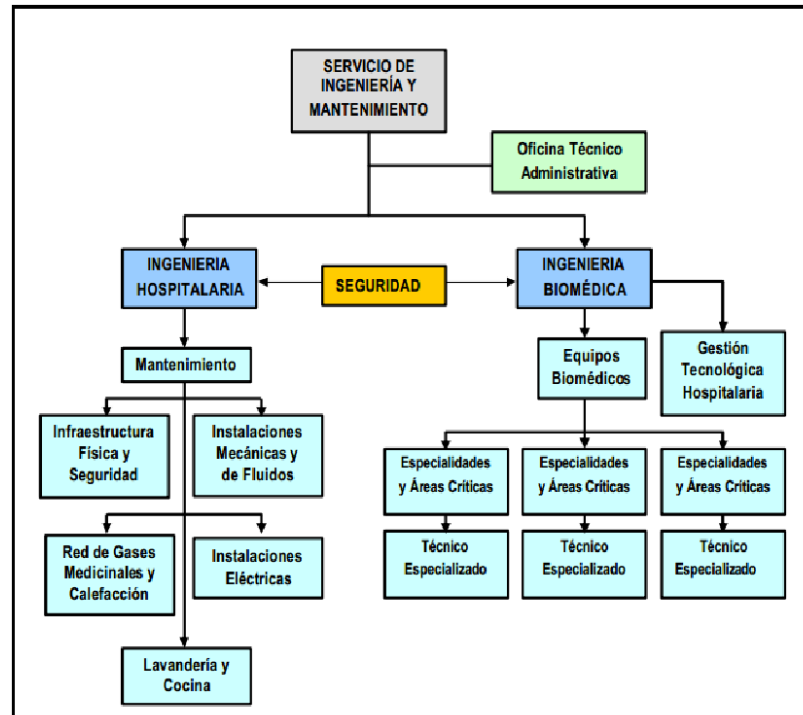
Se recomienda un ingeniero biomédico por cada 100 camas. Dependiendo de las especialidades ofrecidas por la IPS, se pueden requerir de 3 a 4 técnicos por cada ingeniero. En una entidad territorial puede considerarse como necesario un Ingeniero biomédico por cada 20 000 habitantes, o por cada 100 médicos. Este recurso humano cubriría todas las necesidades de investigación, producción y mantenimiento de tecnologías biomédicas, en una región o país⁷.

Este personal puede ser de planta o contratado de acuerdo a lo establecido en la estrategia empresarial de outsourcing.

En resumen podríamos tener el siguiente organigrama en la figura 24 se muestra la estructura organizacional de mantenimiento para el hospital.

⁷ Ingeniería Clínica. Ernesto Rodríguez Denis. Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría. La Habana, Cuba. 2000.

Figura 32. Organigrama del servicio de ingeniería y mantenimiento hospitales tercer nivel



7.4. OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO

El mantenimiento de la infraestructura y de la dotación hospitalaria, tiene como objetivos generales los siguientes:

- Garantizar la seguridad de los pacientes y del personal administrativo que utilizan los recursos de tecnología biomédica del hospital.
- Contribuir a que la prestación de servicios de salud cumpla con las características de calidad previstas por la ley.

- Asegurar la disponibilidad y garantizar el funcionamiento eficiente del recurso tecnológico para obtener el máximo rendimiento posible de la inversión económica, y de esta forma contribuir a la reducción de los costos de operación de la institución.
- Asegurar la asignación, dentro del presupuesto institucional de los montos necesarios para el desarrollo del mantenimiento hospitalario, conforme a las actividades previstas y manifiestas.
- Distribuir los recursos humanos, físicos y económicos con el fin de cubrir las tareas de mantenimiento hospitalario.
- Suministrar a los directivos de la institución el cronograma de mantenimiento para que estos actúen coordinadamente en la prestación del servicio.
- Propiciar los medios necesarios para la evaluación y el control de la gestión de equipos biomédicos.
- Entrenamiento inicial y continuo por lo menos una vez al año, a todo el personal asistencial en la seguridad y el uso efectivo de los equipos biomédicos.
- Reporte rápido y efectivo de los problemas presentados⁸: incidentes, accidentes, peligros potenciales y problemas de riesgos relativos a equipos biomédicos o a la dotación.

⁸ Este componente está incluido en el factor clínico de la variable técnica del equipamiento biomédico el cual se evalúa en el Programa Nacional de Tecnovigilancia desarrollado por el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA)

- Los recursos financieros destinados al mantenimiento de la infraestructura y de la dotación hospitalaria corresponden al cinco por ciento (5%) del presupuesto total en los hospitales públicos y en los privados en los cuales el valor de los contratos con la nación y con las entidades territoriales representen más del treinta por ciento (30%) de sus ingresos totales. Estos recursos sólo podrán ser usados en infraestructura y dotación de propiedad de la institución hospitalaria⁹.
- Tratándose de hospitales públicos, los recursos destinados a las actividades de mantenimiento de la infraestructura y de la dotación hospitalaria serán presupuestados inicialmente para cada vigencia con base en la apropiación total de ingresos aprobados para la institución. Dichos recursos deberán ajustarse durante la vigencia de manera tal que al adicionarse los ingresos totales, simultáneamente se adicionen los recursos destinados al mantenimiento.
- La contabilidad relativa a las actividades de mantenimiento de la infraestructura y de la dotación hospitalaria, deberá seguir los lineamientos contenidos en el plan único de cuentas hospitalario expedido por la Superintendencia Nacional de Salud¹⁰.
- Proporcionar un entorno seguro y funcional, mediante el mantenimiento adecuado de todos los equipos y espacios.
- Proporcionar la documentación esencial y necesaria de todos los equipos y espacios.

⁹ MINISTERIO DE SALUD COLOMBIANO. Decreto 1769. 1994. Artículo I. Pág. 1

¹⁰ SUPERINTENDENCIA NACIONAL DE SALUD. 1997. Circular Externa No. 029. Art. I - IV. Pág. 1-3

- Minimizar la cantidad de tiempo requerido para generar y archivar la documentación de mantenimiento de todos los equipos y espacios.

7.5. FUNCIONES Y TAREAS DEL AREA DE MANTENIMIENTO

Para llevar a cabo un buen destacamento de las labores de mantenimiento, es necesario determinar las funciones de cada una personas que conforman esta sección.

El departamento de mantenimiento se responsabilizara por dos tipos funciones divididas según la operación a realizar.

7.6. DESCRIPCION DE CARGOS DENTRO DEL AREA DE MANTENIMIENTO

En el área de mantenimiento del Hospital Regional Manuela Beltrán se identifica como un departamento que cuenta con un responsable y un equipo para el desarrollo de sus funciones a continuación se describe las diferentes funciones tanto operativas como admirativas con las que cuenta la organización.

7.6.1 Funciones técnico-operativas. Comprende todas las actividades donde el departamento de mantenimiento tiene que dar soluciones a los problemas donde estén involucrados todas las máquinas y equipos, pero además de ellos los procesos intervienen en el buen préstamo del servicio de salud donde se encuentran involucrados los siguientes cargos:

7.6.1.1 Jefe de mantenimiento

Título del cargo: Jefe de mantenimiento

Responsabilidad: Producción

Departamento: Mantenimiento

7.6.1.2 Auxiliar de mantenimiento

Título del cargo: Auxiliar de mantenimiento

Responsabilidad: Producción

Departamento: Mantenimiento

7.6.2 Funciones administrativas. Las funciones administrativas del mantenimiento están constituidas por la planeación, ejecución y el control de todo concerniente a un plan de mantenimiento dentro de las instalaciones del hospital.

7.6.2.1 Gerente de operaciones

Título del cargo: Gerente de operaciones

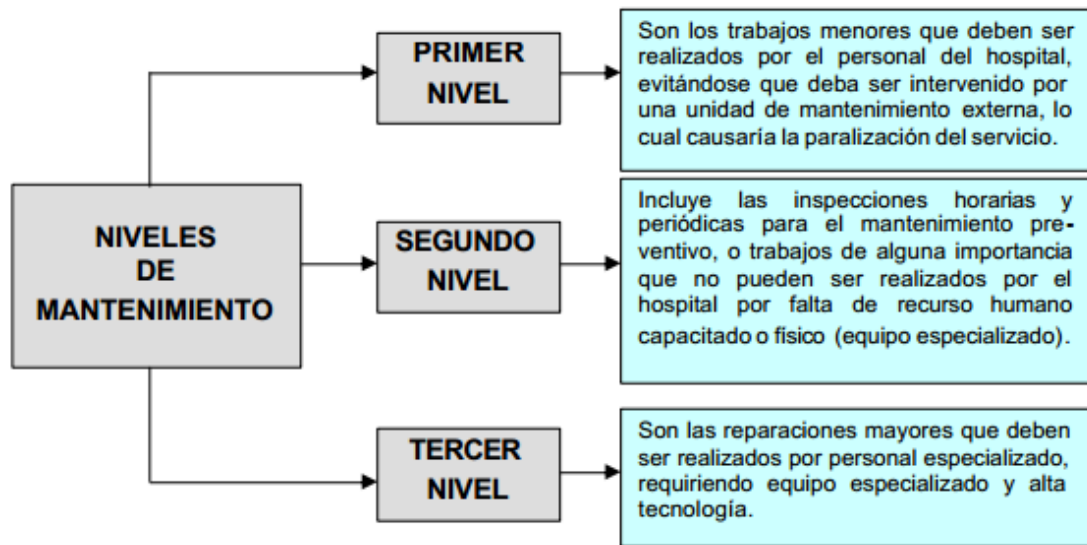
Responsabilidad: Producción

Departamento: Mantenimiento

7.7. NIVELES DE MANTENIMIENTO

Se designa así a la cantidad y clase de mantenimiento asignado a una unidad de mantenimiento, correspondiente al primero, segundo o tercer nivel de complejidad de acuerdo con el tipo de equipos y responsabilidad de la unidad ejecutora de los trabajos.

Figura 33. Niveles de mantenimiento hospital



Los roles de mantenimiento en las Instituciones Prestadoras de Servicios de Salud tienen dos vertientes, el de ingeniería del mantenimiento en campo y el del personal de dirección.

Dentro de las funciones que se desempeñan en el rol de mantenimiento de campo se encuentran las de mantener y conservar los recursos técnicos, conducir las instalaciones, adaptar la infraestructura técnica a las condiciones tecnológicas y reglamentarias, entre otras.

En cuanto a las funciones del encargado del mantenimiento en el grupo de dirección, encontramos las de servir de consultor dentro del equipo directivo, asesor técnico en general, elaboración de programas particulares, establecer criterios técnicos homogéneos que faciliten la toma de decisiones en el ámbito estratégico de la organización, entre otras.

7.8. COSTOS DE FUNCIONAMIENTO EQUIPOS BIOMEDICOS

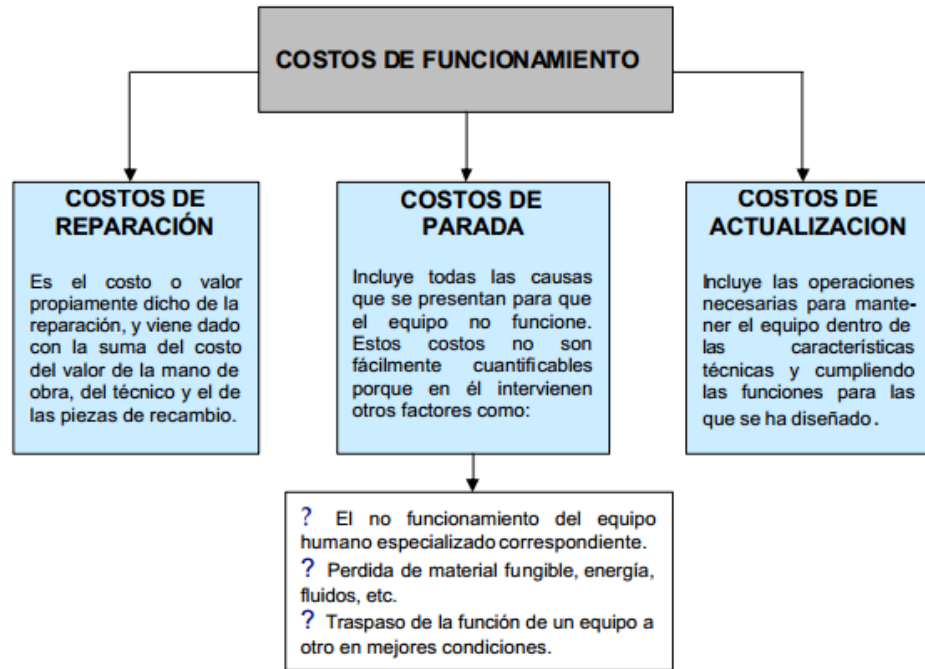
Los costos de mantenimiento de los equipos en un hospital no son un factor cuantificable no solo en dinero, sino en otros factores. Por esto la optimización del mantenimiento y reparación de equipos es uno de los mayores retos con que se enfrenta la dirección de gestión debido a que estos constituyen un auténtico “cuello de botella” por el elevado número de distintos aparatos existentes, su gran costo económico y su complejidad técnica y funcional que da lugar a numerosas averías de costosa solución.

Se puede decir que los costos de funcionamiento de los equipos los reunimos en la figura 26:

Del análisis del costo de parada, hemos obtenido los siguientes factores que influyen en su aumento o disminución:

- Gastos de personal.
- Gastos de amortización.
- Gastos de mantenimiento.
- Gastos de energía.

Figura 34. Costos de funcionamiento equipo



7.9. MANEJO DEL PRESUPUESTO PARA EL MANTENIMIENTO

Como se destacó en el marco normativo y regulatorio todo hospital de la red pública hospitalaria está obligado a programar anualmente el cinco por ciento (5%) del presupuesto total para el mantenimiento de la infraestructura física y del equipamiento tanto industrial como biomédico. Muchas de estas instituciones tienen la costumbre de desviar esta partida para otros fines, dado que dentro de este rubro se incluye el servicio de aseo y celaduría.

Bajo el criterio de la buena planeación y control cuatro meses antes de finalizar la vigencia respectiva se debe empezar a estructurar el programa de mantenimiento para el siguiente año.

7.10. PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO DEL EQUIPAMIENTO BIOMÉDICO SEGÚN LA CLASIFICACIÓN DEL RIESGO.

Un equipo debe ser sometido a inspección, mantenimiento o verificación para:

- Reducir el riesgo de daño a pacientes, operadores o visitantes.
- Disminuir los costos de explotación del equipo.
- Mejoramiento del servicio.
- En cumplimiento de regulaciones legales.

7.10.1 Diferenciación del equipamiento teniendo en cuenta los niveles de riesgo. Según el nivel de riesgo en la atención de los pacientes o en su manejo por los operadores en cumplimiento del Decreto 4725 de 2005 se adoptara la siguiente clasificación del equipamiento hospitalario:

- **Muy alto riesgo:**

Son los dispositivos médicos de muy alto riesgo sujetos a controles especiales, destinados a proteger o mantener la vida o para un uso de importancia sustancial en la prevención del deterioro de la salud humana, o si su uso presenta un riesgo potencial de enfermedad o lesión (Clase III).

- **Alto riesgo:**

Son los dispositivos médicos de riesgo alto, sujetos a controles especiales en el diseño y fabricación para demostrar su seguridad y efectividad (Clase IIb)

- **Moderado riesgo:**

Son los dispositivos médicos de riesgo moderado, sujetos a controles especiales en la fase de fabricación para demostrar su seguridad y efectividad. (Clase IIa)

- **Bajo riesgo:**

Son aquellos dispositivos médicos de bajo riesgo, sujetos a controles generales, no destinados para proteger o mantener la vida o para un uso de importancia especial en la prevención del deterioro de la salud humana y que no representan un riesgo potencial no razonable de enfermedad o lesión. (Clase I)

La clasificación por riesgo de los equipos biomédicos se realizará de acuerdo con las reglas estipuladas en el artículo 7 del Decreto 4725 de 2005, resumidas en los siguientes árboles de decisión¹¹:

- Dispositivos Médicos No Invasivos
- Dispositivos Médicos Invasivos
- Dispositivos Médicos Activos
- Reglas Adicionales

7.11. METODOLOGIA

Para orientar la implementación del mantenimiento preventivo en una institución prestadora de servicios de salud a continuación se desarrollará un ejemplo práctico¹²

¹¹ Programa Nacional de Tecnovigilancia. Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos – INVIMA. 2006.

7.11.1 Clasificación de equipo. El equipo se clasificará teniendo presente la valoración de riesgo y posteriormente se le asigna un valor de acuerdo con unas tablas, para ordenar su prioridad en el inventario de mantenimiento de equipos médicos desde el momento de su arribo al hospital. Los criterios para la clasificación del equipo pueden ser los siguientes:

- **Función del Equipo.** Esta se considera con respecto al papel del equipo en el cuidado del paciente.
- **Aplicación Clínica.** Considera los resultados sobre el paciente o usuario ante una falla del equipo. En síntesis considera el riesgo físico asociado con la aplicación clínica.

7.11.2 Requisitos de mantenimiento. Los requisitos del Mantenimiento varían con el tipo de equipo. Algunos equipos tales como ventiladores, máquinas de la diálisis y similares requieren mantenimiento intensivo. Equipos mecánicos, neumáticos o hidráulicos requieren de alineación rutinaria o calibración por el personal de mantenimiento. Equipos como los monitores fisiológicos y las bombas de infusión necesitan solamente que sea comprobado su funcionamiento y su seguridad, por lo que tienen requisitos de mantenimiento promedio.

¹² Ingeniería Clínica. Ernesto Rodríguez Denis. Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría. La Habana, Cuba.

2000

7.11.3 Incidentes del equipo¹³ / historia de fallas. Se evalúa interdisciplinariamente por los jefes de servicio, responsables de la tecnología biomédica, usuarios (operadores) de los equipos, en forma planificada y controlada, con el propósito de construir una base de datos para determinar tendencias y requisitos. De igual manera equipos que no estén en el Inventario de Mantenimiento pero tienen una historia de reparación que lo aconseje se pueden incluir en el programa.

¹³ Ingeniería Clínica. Ernesto Rodríguez Denis. Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría. La Habana, Cuba.
2000.

8. DOCUMENTACION EXCENCIAL PARA EL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

En cualquier tipo de organización instaurar o implementar un programa de mantenimiento, se debe de crear un excelente sistema de información que permita acceder a los datos sin ningún tipo restricción solo las impuestas por la seguridad del mismo ya que es de vital importancia para una buena planeación de las labores referentes al mantenimiento y su posterior evaluación. El manejo organizado de la información, es la forma de desarrollar y evidenciar un mantenimiento bien programado y estructurado.

Un buen empleo de la información proporciona las siguientes ventajas:

- Es motivo para el análisis estadístico y para la obtención de indicadores de gestión y de costos del sistema de mantenimiento.
- Proporciona información verídica y exacta para toma de decisiones.
- Ayuda al control continuo de las posibles desviaciones de los objetivos.
- Facilita la presentación de datos.

El mal manejo de la información trae como consecuencia dentro de un programa de mantenimiento una pérdida de tiempo ya que no se podrá controlar las distintas intervenciones de los equipo, los repuestos empleados y los tiempos de ejecución y por consiguiente sus costos, así como no se podría determinar el personal idóneo y suficiente para tales labores.

El buen desarrollo de un programa de mantenimiento radica en el buen manejo de su documentación por tal motivo esta manejar algunas características como que

sea ágil, fácil de entender de diligenciar y de administrar, además debe contener toda la información que le permita cumplir con los adjetivos implantados desde un principio.

8.1. NIVELES DE INFORMACION

La información que se quiere manejar como respaldo al programa de mantenimiento preventivo se debe de ubicar en niveles de información dependiendo del tipo de datos y a quien le interesen estos teniendo en cuenta esto se pueden identificar tres niveles de información¹⁴.

- **Información para la dirección.** En este nivel se debe tener en cuenta todos aquellos datos que relacionan costos de mantenimiento, repuestos su seguimiento y datos de gestión de las acciones de mantenimiento, así que permite a la dirección hacer un seguimiento de estos aspectos, evaluarlos y analizarlos por indicadores y determinar las labores a seguir.
- **Información para las operaciones.** En este nivel se manejan los datos que permiten conocer los parámetros fundamentales para la ejecución de trabajos en los equipos, datos técnicos de estos, historiales de equipos, órdenes de trabajo y la influencia de los equipos en los procesos, para así poder establecer una base de datos de toda la infraestructura técnica.
- **Información para el puesto de trabajo.** En este nivel se involucran datos referentes a necesidades de formación del personal, de cara a la

¹⁴ Estudio de las Necesidades Formativas en el Área de Mantenimiento Preventivo Industrial. Andalucía. II Acuerdo de Formación Continua y del Fondo Social Europeo. 1999.p.18-22

implementación del programa de mantenimiento, a los perfiles de estos y a los incentivos que estos conllevan.

8.2. INFORMACION Y MANEJO DE DATOS

Los datos e información concerniente al programa de mantenimiento se manejan para cuatro aspectos fundamentales.

- Gestión de mantenimiento
- Aspecto técnico
- Costos
- Mano de obra

8.2.1 Gestión del mantenimiento. Los evaluadores fundamentales de la gestión del mantenimiento son la disponibilidad y la eficacia, que indican la fracción del tiempo que los equipos están en condiciones de servicio y la parte de tiempo que su trabajo resulta efectivo para la producción, respectivamente.

La información que permite evaluar estos aspectos son:

- Paros de producción
- Tiempos de parada de maquina
- Tiempo de ejecución de servicio
- Tiempos referidos al mantenimiento programado
- Tiempo, cantidad, causas y efecto de averías

8.2.2 Aspecto técnico. Se maneja información verídica y exacta concerniente maquinaria y equipos, se pueden considerar los siguientes aspectos.

- Sugerencias de operación e instalación
- Repuestos críticos
- Instalación de equipo
- Dimensiones
- Características especiales del equipo
- Capacidad de equipo
- Manual de reparación o mantenimiento
- Manual de operación

Información técnica se obtiene:

- Información suministrada por el fabricante
 - Manual de mantenimiento
 - Manual de operación
 - Manual de reparaciones
 - Manual de inspección
 - Recomendaciones técnicas
 - Catálogo de piezas
- Información propia o de otros operadores
 - Del análisis de reparaciones
 - Experiencias de los operarios
 - Información publicadas

8.2.3 Costos. Se considera toda la información concerniente a los costos de mantenimiento de los equipos, donde se puede analizar por el departamento de costos global o por equipo, y siendo la segunda opción la mejor ya que el personal encargado toma conciencia del costo que implica tener en buen funcionamiento cada equipo.

- Costos totales
 - Costos de mano de obra
 - Costo de mano de obra externa (Especializado)
 - Herramientas
 - Insumos
 - Repuestos
 - Costos indirectos
 - Improvistos

- Atribución de costos
 - Mantenimiento correctivo
 - Mantenimiento preventivo
 - Mejoras
 - Nuevos equipos
 - Control de repuestos

8.2.4 Mano de obra. Se maneja información referente al personal y sus diferentes exigencias en el cargo, debido a que son diferentes las responsabilidades a las que se van a enfrentar tanto el personal operativo como administrativo del departamento de mantenimiento.

8.3. DISEÑO Y USO DE LA DOCUMENTACION

El manejo de la información de cualquier tipo de organización depende del manejo que se le vaya a dar, debido a que es de vital importancia que este permanezca en su forma más completa y organizada ya que por medio de esta se evalúa para posteriormente gestionar mejoras.

Este tipo de información no solo va ser utilizada por el departamento de mantenimiento si por muchas dependencias dentro de la organización, puesto que la información va ser importante para el manejo de costos globales del hospital.

El diseño de los diferentes formatos que se va a diligenciar deben de ser de la forma más sencilla, fáciles de interpretar y por supuesto fáciles de tramitar, ya que estos van dirigidos a personal no con los mismos conocimientos técnicos que maneja el departamento de mantenimiento.

A continuación se mencionan los documentos a diseñar e implementar teniendo en cuenta todos los aspectos ya mencionados con anterioridad.

Documentación para un programa de mantenimiento preventivo

- **Gestión:** Historial de mantenimiento por equipo (hoja de vida)
Registro diario de mantenimiento
Control de paradas
- **Aspecto técnico:** Fichas técnicas
Inspección de equipos
- **Costos:** Ordenes de trabajo

Solicitudes de servicio

8.3.1 Historial de mantenimiento. Aquí se registra toda la información detallada y organizada cronológicamente de cada intervención de mantenimiento realizada a un equipo y sus componentes.

Se constituye de los siguientes datos:

- Nombre del equipo, código y ubicación
- Centro de costos
- Fecha de realización de trabajo
- Descripción del trabajo realizado
- Responsable de la ejecución
- Costos
- Observaciones
- Otros

En el anexo A. Se presenta el formato de historial de mantenimiento para los equipos críticos del Hospital Manuela Beltrán.

8.3.2 Registro diario de mantenimiento. En este formato se registra las actividades diarias de mantenimiento, ayudando como base para la programación de las labores de mantenimiento correctivo realizadas durante el día.

Se constituye de los siguientes datos:

- Fecha

- Trabajo a realizar
- Responsable
- Verificación de la realización del trabajo
- Observaciones
- Numero consecutivos de trabajos realizados

En el anexo B. Se presenta el formato de trabajos diarios para cada turno del área de mantenimiento

8.3.3 Control de paradas. El tipo de mantenimiento, el tiempo requerido, cantidad de paradas de maquina los repuesto que involucra una operación de mantenimiento todo este tipo requerimientos se registran en este formato.

- Fecha
- Nombre del equipo
- Tipo de mantenimiento
- Tiempo requerido para el mantenimiento
- Repuestos
- Responsables

En el anexo C se muestra el formato de control de parada que se utilizara conjuntamente con el formato de trabajo diario ya que con estos se lleva un control diario de paros diarios de maquinaria.

8.3.4 Fichas técnicas de equipos. En este formato se registra información básica del equipo, datos operativos, fundamentales para su funcionamiento y están organizados de la siguiente manera.

Datos administrativos

- Nombre
- Código
- Tipo
- Marca
- Modelo
- Serie
- Numero de inventario
- Ubicación

Datos técnicos

- Diámetro del rotor
- Diámetro de succión
- Versión
- Presión de trabajo

Datos del motor

- Modelo
- Velocidad
- Voltaje
- Tipo
- Marca

- Potencia
- Frecuencia
- Amperaje

Equipos auxiliares

- Código
- Modelo
- Serie
- Voltaje
- Frecuencia
- Potencia

Motores

- Numero de motores
- Marca
- Modelo
- Código
- Serie
- Potencia
- Voltaje
- Fases
- Amperajes
- Rpm
- Peso
- Tipo de rodamientos

Tablero de control

- Marca
- Referencia
- Bobina
- Temporizador
- Relés
- Marca
- Tipo
- Referencia
- Contactor

En el anexo D. Se observa diligenciada una ficha técnica para un equipo crítico del Hospital.

8.3.5 Inspección de equipos. En este formato se registran, las actividades mecánicas, eléctricas, y electrónicas de cada uno los equipos con el objetivo de detectar mal operación, repuestos con desgaste, de este modo se puedan realizar el pertinente mantenimiento a estos equipos.

En un programa de mantenimiento preventivo es de gran importancia la realización de inspecciones con alta frecuencia, ya que de esta manera se detecta la condición actual del equipo y sus componentes, para así poder decidir la operación a seguir tales como:

- Mejoramientos
- Ajustes
- Calibración

- Reemplazo de equipo
- Cambio de partes

El primordial objetivo de inspeccionar los equipos es la de evitar paradas innecesarias, daños mayores y siendo excesivo cambio total del equipo que repercutiría en el servicio brindado a la comunidad.

Con este método se verificaría desalineamiento en engranajes, fugas de aceite, ruidos anormales, vibraciones, fatiga en elementos mecánicos, etc.

Un buen formato de inspección debe llevar la siguiente información.

- Nombre del equipo
- Código
- Ubicación
- Numero de inspección
- Fecha
- Descripción de la inspección
- Tipo de inspección: {
 - Mecánica
 - Eléctrica
 - Electrónica
- Responsable
- Estado de inspección: {
 - Malo
 - Bueno
 - Exente
- Observaciones

En el anexo E. Se puede ver el diseño del formato de inspección de equipo el cual debe ser diligenciado según sea la necesidad de inspección de los equipos del Hospital Manuela Beltrán.

8.3.6 Solicitud de servicio. Es el origen de la planeación del mantenimiento debido a que desde que se genera la solicitud de servicio se debe planificar la solución del problema de tal manera que esta sea la más eficiente.

Estas solicitudes de servicio son consecuencia de las inspecciones realizadas, debido que personal de mantenimiento observa el estado actual del equipo, pero también es generada por el personal encargado o el operario del equipo, y cada una de estas solicitudes debe ser aprobada por el jefe de mantenimiento a cargo en el momento.

Este formato debe ser estándar para todo el hospital y consta de los siguientes datos:

- Nombre y código del equipo
- Ubicación
- Tipo de falla: { Mecánico
Eléctrico
Electrónico
- Finalidad del mantenimiento
- Observación
- Grado de prioridad { Urgente
Indispensable
Normal
- Recomendación de mantenimiento
- Estado actual
- Estado deseado
- Fecha de comunicado
- Fecha de ejecución
- Nombre de quien solicita

- Nombre de quien aprueba

En el anexo F. Se presenta la solicitud de servicio que puede ser generado por cualquier departamento del hospital.

8.3.7 Orden de trabajo. La orden de trabajo es la base para una buena ejecución de un plan de mantenimiento preventivo, ya que es el inicio de cualquier actividad realizada dentro del plan mismo, permitiendo recopilar la información necesaria para cada tipo de servicio de mantenimiento.

Es el origen de información para el registro histórico de cada actividad tales como equipo, tiempo de servicio, ejecutor, tipo de mantenimiento, costo, etc.

Una nueva solicitud de servicio genera una orden de trabajo por tal motivo estos dos documento se manejan mancomunadamente y deben de estar diseñado de tal manera que su diligenciamiento se breve y efectivo.

Al incluir las órdenes de trabajo y las solicitudes de servicio trae consigo las siguientes ventajas:

- Se genera una lista de actividades permitiendo un registro de labores de mantenimiento.
- Se obtiene información sobre el trabajo requerido
- Se ejecutan planes de trabajo para la obtención de insumos, repuesto.
- Se establece que trabajo es más prioritario para el hospital.
- Se puede llevar un control de horas hombre para cada servicio.
- Es puede manejar el nivel de costos generado por el mantenimiento.
- Se consigue alcanzar un buen historial de equipo para el hospital
- Se limita la parte intervenida.

- Mejora el control de actividades para el personal de mantenimiento.

De tal manera el contenido de una orden de trabajo requiere de la siguiente información:

- Nombre y código del equipo
- Numero de orden de trabajo
- Nivel de criticidad
- Ubicación del equipo
- Costos
- Tipo de mantenimiento: {
 - Mecánico
 - Eléctrico
 - Electrónico
 - Otro
- Tipo de repuesto
- Personal encargado del servicio
- Fecha de asignación de trabajo
- Fecha límite para la realización del trabajo
- Descripción del trabajo realizado
- Tiempo de inicio y tiempo de finalización del trabajo
- Responsables
- Observaciones

En el anexo G. Se observa el modelo de una orden de trabajo y que es diligenciado por el jefe de mantenimiento, después de estudiar la solicitud de servicio para determinar su prioridad.

8.4. ESTUDIO Y EFECTO DE LA INFORMACION PARA EL PLAN DE MANTENIMIENTO

El buen manejo de la información o documentación generada por el mantenimiento es la base para el sobresaliente desempeño del departamento de mantenimiento.

El análisis de la información recopilada permite evaluar los siguientes aspectos:

- Tiempos de parada de equipo por mantenimiento, tiempo disponible por equipo.
- Costos generados por mantenimiento discriminados entre mano de obra directa e indirecta, materiales, insumos, repuestos.

Soportado en lo anterior se puede concluir

- El sector o departamento con más tiempos muertos por mantenimiento y paradas más largas por equipo.
- Comprobar el progreso de la implementación de un programa de mantenimiento preventivo.

Este tipo de conclusiones respalda la información requerida para la alta gerencia justificando todos los requerimientos para la resolución de problemas de equipos y ayudando a una mejora continua en la gestión de mantenimiento.

En la figura 35. Se observa el enlace entre todos los registros generados, documentos claves para el mantenimiento tales como inspección de equipo,

control de paradas orden de trabajo, con el objetivo de generar un historial de equipos que posteriormente pueda ser consultado en la hoja de vida.

En la figura 36. Se muestra la forma de cómo administrar la información y sus respuestas en el control de la misma.

Figura 35. Creación de historial de equipo

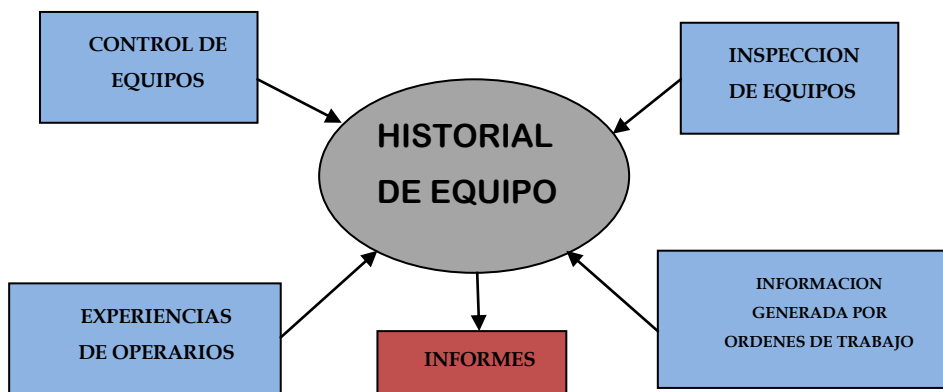
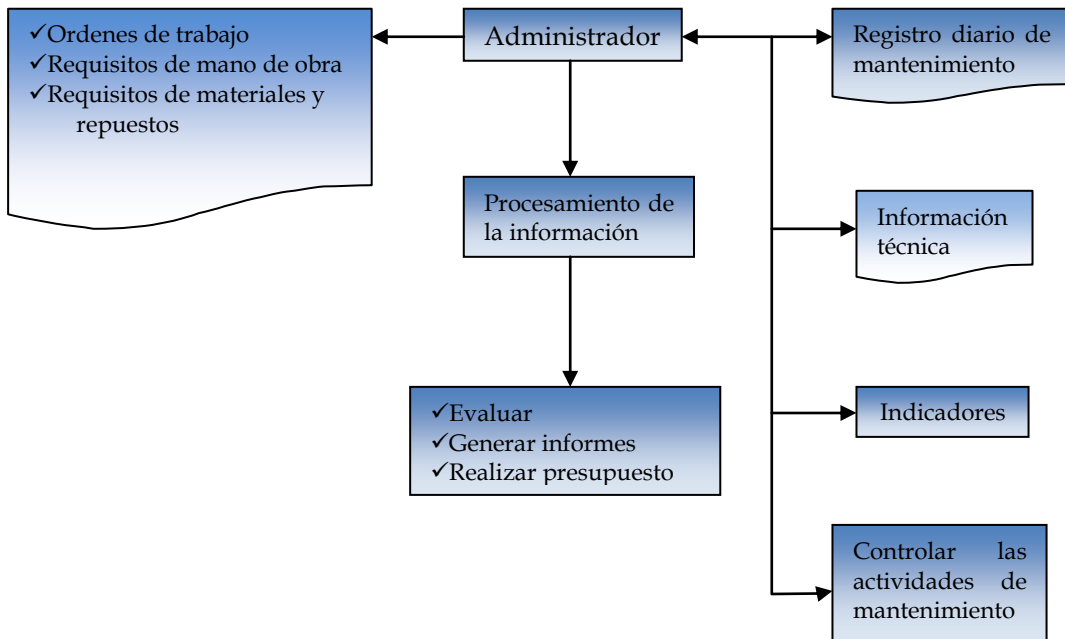


Figura 36. Tratamiento de la información



9. CONCLUSIONES

- Se realizó y verifico el inventario del equipo industria del Hospital Manuela Beltrán en sus diferentes departamentos como odontología, cirugía y demás dependencia donde estuviesen en servicio estos equipos.
- Teniendo en lista los diferentes activos de la institución se procede a diseñar un sistema de codificación el cual señale el nombre del equipo su ubicación dentro de la organización y su consecutivo, para que de este modo se lleve un control necesario en la administración del mantenimiento de los equipos industriales del hospital.
- Con la organización de los equipos del hospital dentro del inventario y codificación de los mismo se ejecuta un análisis de criticidad por el método de factores ponderados basado en el concepto de riesgo el cual arrojo uno equipo crítico, donde a este se le da un manejo diferente y se analiza bajo el concepto RCM se le da un manejo especial que el concepto RCM mantenimiento preventivo basado en confiabilidad.
- Se desarrolló e implemento toda la estructura documental para el registro y control de todas las actividades concernientes al mantenimiento del equipo industrial del Hospital Manuela Beltrán.
- El mantenimiento preventivo se estableció como el primer avance para la optimización de las labores de mantenimiento, disminuyendo los tiempos muertos entre trabajo y trabajo, aumentando la vida útil, rendimiento, confiabilidad de los equipos del hospital regional del socorro.

- Se crearon rutinas de mantenimiento para los equipos que están dentro del inventario industrial, las cuales especifican la tarea a realizar y frecuencia a partir de recomendaciones de fabricante y experiencias tanto del personal operativo como personal de mantenimiento.
- Se desarrolló la metodología impuesta por el RCM para el equipo crítico que se obtuvo como resultado del análisis de criticidad el cual arrojó que los equipos críticos eran el sistema de calefacción de agua por tubos de calor, esterilizadores de vapor bien conocidos como autoclaves y el compresor de unidad odontológica.

10.RECOMENDACIONES


- Permanecer en continua búsqueda de información de las máquinas y equipos del Hospital Regional Manuela Beltrán para que de tal forma toda la información utilizada en el departamento de mantenimiento sea veraz y oportuna.
- Continuar con el plan de mantenimiento preventivo para los demás equipos críticos y mediamente críticos del Hospital.
- Es necesario considerar la integración de la gestión de repuestos con el área de mantenimiento, para así originar una mejor comunicación con almacén y en el adecuado control de adquisición de repuestos y equipos.

BIBLIOGRAFIA

- BORRAS PINILLA, Carlos. Ingeniería de Mantenimiento. Material docente. 2011: Bucaramanga). Lecturas y diapositivas de la asignatura ingeniería de mantenimiento. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2011.
- DUFFUAA, Salih O. RAOUF A. DIXON Campbell, Jhon, Sistemas de mantenimiento Planeación y Control. Limusa Wiley. 2010. 419p.
- GONZALEZ, Carlos Ramón. Ingeniería de Mantenimiento. Bucaramanga: 2001. Publicaciones Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Mecánica.
- MOBRAY Jhon. Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad. Industria press Inc. Segunda edición.
- PEREZ JARAMILLO, Carlos. Gestión de Mantenimiento Empresas Públicas de Medellin.2002. 167p.

ANEXOS

Anexo A. Planilla de información RCM esterilizador de vapor (Autoclave)


 Hospital Manuela Beltrán		PLANTILLA DE INFORMACION RCM				
SISTEMA:		ESTERILIZADOR DE VAPOR AUTOCLAVE			SCA	
CODIGO:		LAB-AU-002	HOJA No. 002			
FACILITADOR:		JHERSON ORLANDO PINILLA M.		FECHA		
AUDITOR:		JABID QUIROGA		03/10/2014		
F	FUNCION	FF	FALLA FUNCIONAL	MF	MODO DE FALLA	EFFECTO DE FALLA
1	Esterilización de diferentes elementos quirúrgicos	A	No esteriliza los elementos quirúrgicos	1	No cambia el mecanismo de control para el registro del desarrollo del ciclo de esterilización	No esteriliza según sea el material
				2	Válvulas de suministro de aire comprimido obstruidas	No llega agua al calentador
				3	Válvulas de suministro de agua fría obstruidas	No llega el agua a una temperatura ideal y elevación de la presión de trabajo
				4	Válvulas de suministro de vapor obstruida	No hay vapor en la cámara de esterilización
				5	Calentador de la camisa no funciona	Perdida de temperatura en el agua
		B	Perdida de presión en la línea de suministro de vapor	1	Sellos de la puertas en mal estado	Baja presión o presión nula en la cámara del autoclave
				2	Válvula de drenaje de vapor obstruida o dañada	Sobrepresiones en el sistema
2	Mantener el ciclo de esterilización según los parámetros	A	Perdida de presión en la cámara de esterilización	1	Cámara de esterilización con residuo	imperfecciones en el ciclo de esterilización
				2	Paredes de la cámara de esterilización sucias	Mala distribución del vapor dentro de la cámara
				3	Mal cierre de compuertas	Baja presión dentro de la cámara de esterilización
3	Esterilización de material quirúrgico según norma	A	Presencia de contaminantes en filtros	1	impurezas de tipo biológico dentro de la cámara de esterilización	Contaminación de material quirúrgico
		B	Presencia de material biológico en el interior del generador de vapor	1	cámara de esterilización contaminada por vapor	Contaminación de material quirúrgico

Anexo B. Hoja de decisiones esterilizador de vapor (Autoclave).

REFERENCIA DE INFORMACION		EVALUACION DE LAS CONSECUENCIA				H1			H2			H3			ACCION A FALLA DE		TAREAS PROPUESTAS	INTERVALO	RESPONDABLE
						S1	S2	S3	O1	O2	O3	N1	N2	N3					
F	FF	MF	H	S	E	O	N1	N2	N3	H4	H5	S4							
1	A	1	N	N	N	N	N	S							REVIZAR Y/O CAMBIAR EL MECANISMO DE CONTROL PARA EL REGISTRO DE DESARROLLO DEL CICLO DE ESTERILIZACION	DIARIO	OPERARIO		
1	A	2	S	N	N	N	S								VERIFICAR QUE LA VÁLVULA DE SUMINISTRO DE AIRE COMPRIMIDO ESTE AVIERTA	DIARIO	OPERARIO		
1	A	3	S	N	N	N	S								VERIFICAR QUE LA VÁLVULA DE SUMINISTRO DE AGUA FRÍA ESTE ABIERTA	DIARIO	OPERARIO		
1	A	4	S	N	N	N	S								VERIFICAR QUE LAS VÁLVULAS DE SUMINISTRO DE VAPOR ESTE ABIERTA	DIARIO	OPERARIO		
1	A	5	N	N	N	S	S	S							ACCIONAR EL CALENTADOR DE LA CAMISA DEL AUTOCLAVE. UNA VEZ REALIZADO ESTA ACCIÓN, DEJAR LA PUERTA CERRADA PARA EVITAR PÉRDIDAS, YA QUE EL CALENTAMIENTO DE LA CÁMARA HA COMENZADO	DIARIO	OPERARIO		
1	B	1	S	N	N	N	S								VERIFICAR EL ESTADO DE LAS PUERTAS DEL AUTOCLAVE	MENSUAL	OPERARIO		
1	B	2	N	N	N	S	S								DRENAR EL GENERADOR DE VAPOR (EN EQUIPOS QUE DISPONEN DE ESTE ACCESORIO). PARA ESTO SE ABRE UNA VÁLVULA, UBICADA EN LA PARTE INFERIOR DEL GENERADOR, QUE PERMITE EXTRAER SU CONTENIDO.	SEMANAL	TECNICO		
2	A	1	N	N	N	S	S	S							LIMPIAR EL FILTRO DEL DRENAJE DE LA CÁMARA DE ESTERILIZACIÓN DE CUALQUIER RESIDUO	MENSUAL	OPERARIO		
2	A	2	S	N	N	N	S								LIMPIAR LA CÁMARA DE ESTERILIZACIÓN EN SU INTERIOR. PARA ESTO SE DEBEN UTILIZAR PRODUCTOS DE LIMPIEZA QUE NO CONTENGAN CLORO	MENSUAL	TECNICO		
2	A	3	S	N	N	N	N	N	S						RETIRAR EL EMPAQUE Y LIMPIARLO. PARA ESTO ES NECESARIO DESMONTARLO DE LA RANURA, AFLOJANDO LOS MECANISMOS DE RETENCIÓN (TORNILLOS Y PLACAS)	ANUAL	TECNICO		
3	A	1	S	N	N	N	N	N	S						LIMPIAR TODOS LOS FILTROS.	TRIMESTRAL	TECNICO		
3	A	2	N	S	N	N	S								LIMPIAR LA CÁMARA DE ESTERILIZACIÓN EN SU INTERIOR LIMPIAR EL FILTRO DEL DRENAJE DE LA CÁMARA DE ESTERILIZACIÓN DE CUALQUIER RESIDUO	SEMESTRAL	TECNICO		

Fuente: Autor

Anexo C. Planilla de información RCM compresor de aire unidad odontológico

 Hospital Manuela Beltrán		PLANTILLA DE INFORMACION RCM				
SISTEMA:		COMPRESOR DE AIRE ODONTOLOGICO			SCA	
CODIGO:		ODO-CA-001	HOJA No. 003			
FACILITADOR:		JHERSON ORLANDO PINILLA M.			FECHA	
AUDITOR:		JABID QUIROGA			03/10/2014	
F	FUNCION	FF	FALLA FUNCIONAL	MF	MODO DE FALLA	EFEECTO DE FALLA
1	Bombeo de aceite en el motor	A	Incapaz de bombeo de aceite	1	Filtro de admision tapado	Obstruccion en la admision de aire
				2	Viscosidad de aceite demasiado baja	No hay compresion
				3	Anillos del piston roto o no asentados	Fugas por las paredes de la camisa del piston
				4	Cilindros o pistones desgastados o rayados	Fugas por las paredes de la camisa del piston
		B	Bajo bombeo de aceite	1	Nivel de aceite bajo	No hay presencia de lubricante
				2	Cilindros o pistones desgastados o rayados	Fugas por las paredes de la camisa del piston
2	Mantener los niveles de ruido bajos	A	Ruido exesivo	1	Polea suelta, o juego en el eje del motor	No hay transmision motor compresor
				2	Rodamientos de las bielas desgastados o rayados	Ruido exesivo
				3	Rodamiento defectuoso en eje del motor	No hay transmision motor compresor
		B	Golpeteo o traqueteo	1	Carbon en la parte superior del piston	Aumento de friccion en la superfie el piston
				2	Valvulas con fugas, rotas, carbonizadas o sueltas	Fugas y vibracion del sistema
				3	Conduitos de aire restringidos	Aumento de la presion del sistema
				4	Banda de transmision con demasiada holgura	No existe transmision por que patina la correa

Fuente: Autor



Hospital Manuela Beltrán

PLANTILLA DE INFORMACION RCM


SISTEMA:		COMPRESOR DE AIRE ODONTOLOGICO		SCA		
CODIGO:		ODO-CA-001	HOJA No. 003			
FACILITADOR:		JHERSON ORLANDO PINILLA M.		FECHA		
AUDITOR:		JABID QUIROGA		03/10/2014		
3	Alimentar de aire a los instrumentos neumatico odontologicos	A	Disminucion de aire en la alimentacion de aire	1	Filtro de admision tapado	Obstruccion en la admision de aire
				2	Fugas de aire en tuberia (en la maquina o en sistema externo)	Ruido excesivo y vibraciones
				3	Valvulas con fugas	Presion de trabajo baja y ruido excesivo
				4	Rodamientos defectuosos	Friccion en eje
				5	Banda de transmision con demasiada holgura	No existe transmision por que patina la correa
		B	El compresor no alcanza su velocidad de trabajo	1	Caida de tension en la linea de alimentacion	Caida de presion en el compresor
				2	Regulacion en la linea de alimentacion	No arranca el motor baja tencion
				3	Fallas en la valvula antirretorno	Descompresion en el tanque
		C	Pistón anormal, anillo o cilindro desgastados	1	Viscosidad del aceite demasiado baja.	Desgaste en el piston
				2	Nivel de aceite demasiado bajo.	No hay alimentacion de aceite hacia los pistones
				3	Ambiente con demasiadas particulas de polvo	Desgaste en el piston por particulas de polvo
		D	Motor no funciona	1	Caida de tension en la linea de alimentacion	No prende el motor
				2	Regulacion deficiente de la energia	Mal funcionamiento del motor
				3	Capacitore presenta fallas o esta dañado	No prende el motor
				4	La presión en el tanque es mayor que la presión de corte del interruptor.	No prende el motor
				5	Fallas en la válvula antiretorno.	Caida de presion del sistema

Fuente: Autor


Anexo D. Hoja de decisiones compresor de aire unidad odontológica

		HOJA DE DECISIONES RCM										SISTEMA: COMPRESOR DE AIRE UNIDAD ODONTOLOGICA									
												FACILITADOR: JHERSON ORLANDO PINILLA M									
												AUDITOR: JABID QUIROGA									
												FECHA: 03/10/2014									
												HOJA No: 001									
REFERENCIA DE INFORMACION			EVALUACION DE LAS CONSECUENCIA				H1 S1 O1			H2 S2 O2			H3 S3 O3			ACCION A FALLA DE			TAREAS PROPUESTAS	INTERVALO	RESPONSABLE
F	FF	MF	H	S	E	O	N1	N2	N3	H4	H5	S4									
1	A	1	N	N	N	S	S	S							LIMPIAR EL FITRO O CAMBIAR SI ES NECESARIO	MENSUAL	TECNICO				
1	A	2	N	N	N	N	N	N	S						PURGAR Y CAMBIAR EL ACEITE	A CONDICION	TECNICO				
1	A	3	S	N	N	S	N	N	S						CAMBIO DE ANILLOS	A CONDICION	TECNICO ESPECIALIZADO				
1	A	4	N	N	S	S	N	N	S						RECTIFICACION O ENCAMIZADO	A CONDICION	TECNICO ESPECIALIZADO				
1	B	1	N	N	N	S	N	N	S						PURGAR Y LLENAR EL DEPOSITO DE ACEITE SEGÚN REQUERIMIENTO	A CONDICION	TECNICO				
1	B	2	N	N	N	S	N	N	S						SERVICIO TECNICO ESPECIALIZADO	A CONDICION	TECNICO ESPECIALIZADO				
2	A	1	N	N	N	S	N	N	S						SUJECION CORRECTA DE POLEA O CAMBIO DE RODAMIENTOS	A CONDICION	TECNICO				
2	A	2	N	N	N	S	S								CAMBIO DE RODAMIENTOS BIELA	A CONDICION	TECNICO				
2	A	3	S	N	N	N	S								CAMBIO DE RODAMIENTO EJE DEL MOTOR	A CONDICION	TECNICO				
2	B	1	N	N	N	S	S								LIMPIEZA DEL PITON Y CAMISA	TRIMESTRAL	TECNICO				
2	B	2	N	N	N	S	N	N	S						SERVICIO TECNICO ESPECIALIZADO	A CONDICION	TECNICO ESPECIALIZADO				
2	B	3	N	N	N	N	S	S	S						LIPIEZA DE DUCTOS DE AIRE O CAMBIARLOS SI SE REQUIERE	A CONDICION	TECNICO				
2	B	4	S	N	N	N	S	N	N						CAMBIO DE CORREA DE TRANSMISION	A CONDICION	TECNICO				
3	A	1	N	N	N	S	S	S							LIMPIE FILTRO O CAMBIE SI ES NECESARIO	A CONDICION	TECNICO				
3	A	2	S	N	N	N	N	S							REVISE ACOPLER Y CAMBIE SI ES NECESARIO	SEMESTRAL	TEC ELECTRONICO				
3	A	3	S	N	N	S	N	N	S						MANTENIMIENTO VALVULAS O CAMBIE SI ES NECESARIO	ANUAL	TECNICO				
3	A	4	N	N	N	N	S								CAMBIO DE RODAMIENTO DEFECTUOSO	SEMESTRAL	TECNICO				
3	A	5	N	N	N	S	N	N	S						TENSAR POLEA O CAMBIAR SI LO REQUIERE	A CONDICION	TECNICO				
3	B	1	S	N	N	N	S								REVISE LA TENSION DE LA LINEA DE ALIMENTACION, LOS FUSIBLES O CORRIJA LA SOBRECARGA DEL MOTOR	A CODICION	TEC ELECTRICISTA				
3	B	2	N	N	N	N	S								REVISE LA TENSION DE LA LINEA DE ALIMENTACION	SEMESTRAL	TEC ELECTRICISTA				
3	B	3	N	N	N	S	N	N	S						REVISE LA VALVULA O CAMBIE SI REQUIERE	A CONDICION	TECNICO				
3	C	1	S	N	N	N	S								CAMBIO DE ACEITE Y USE EL CORRECTO	SEMESTRAL	TEC ELECTRONICO				
3	C	2	N	N	S	N	S								AGREGUE ACEITE HASTA SU NIVEL CORRECTO	A CONDICION	TECNICO				
3	C	3	N	S	S	N	S								CAMBIO DE FITRO UNO MAS EFECTIVO	A CONDICION	ESPECIALISTA				
3	D	1	S	N	S	N	S								REVISE LA LINEA DE TENCION	TRIMESTRAL	TECNICO				
3	D	2	S	N	N	N	N	N	S						REVISE LA LINEA DE TENCION	SEMESTRAL	TECNICO				
3	D	3	N	N	N	N	S								REVISE LOS CAPACITORES DEL MOTOR (UNIDADES MONOFASICAS SOLAMENTE)	SEMESTRAL	TECNICO				
3	D	4	N	N	N	S	S								REVISE SI LA PRESION DEL TANQUE EL MOTOR VOLVERA A ARRANCAR CUANDO LA PRESION DEL TANQUE CAE ABAJO DE LA PRESION DE CORTE	SEMESTRAL	TECNICO				
3	D	5	N	N	S	N	N	S							REVISE PARA DETECTAR FUGAS, SI ES NECESARIO REEMPLACE LA VALVULA	TRIMESTRAL	TECNICO				

Anexo F. Programación de mantenimiento

 Hospital Regional Manuela Beltrán		PLAN GENERAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO												CODIGO																																				
														VERSION																																				
												EDICION																																						
												PAGINA																																						
AÑO: 2015		DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO																																																
PROCEDIMIENTO		Mes	Enero			Febrero			Marzo			Abril			Mayo			Junio			Julio			Agosto			Septiembre			Octubre			Noviembre			Diciembre														
		Dia	5	12	19	26	2	9	16	23	2	9	16	13	6	13	20	27	4	11	18	25	1	8	15	22	6	13	20	27	3	10	17	24	7	14	21	28	5	12	19	26	2	9	16	23	7	14	21	28
Sistema calefaccion solar	Revison de fugas de agua	SEM	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•				
	Revison de tanque de presurizacion	QUI	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•								
	Funcionamiento de manometros	SEM	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•								
	Funcionamiento de presostatos	SEM	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•								
	Limpieza general	SEM ES	•																																															
	Pruebas de funcionamiento	SEM	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•								
Compresor 1 Compresor 2	Revison presion de succion	QUI	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•								
	Revison presion de expulsion	QUI	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•								
	Lubricacion de piston	SEM ES	•																																															
	Lubricacion de biela	TR	•																																															
	Pruebas de funcionamiento	Dia	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•								
Motob 1 Motob 2 Motob3 Motob 4	Revison de fugas de agua	QUI	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•								
	Revison de rodamientos motor	QUI	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•								
	Revison del sistema electrico	TRI																																																
	Revison del sistema de seguridad del motob	TRI	•																																															
	Pruebas de funcionamiento	Dia	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•								
Tanque de vacio	Revison de fugas	SEM	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•								
	Aplicación aditamento	SEM ES																																																
	Limpieza general	SEM ES																																																
Tanq. de pres 1 Tanq. de	Revison de fugas	TRI			•																																													
	Revison del sistema de presion	SEM ES																																																
	Limpieza general	ANU																																																
Bomba para ACPM	Revison de fugas	TRI			•																																													
	Revison del sistema de presion	TRI			•																																													
	Revison de la turbina	TRI			•																																													
	Pruebas de funcionamiento	TRI			•																																													

Anexo G. Formato de historial de mantenimiento

	HOJA DE VIDA EQUIPOS Y MAQUINA HOSPITAL REGIONAL MANUELA BELTRAN SOCORRO	CODIGO:	
		Nº SERIE	
		FECHA:	


DESCRIPCION DE EQUIPO

NOMBRE:		CODIGO:		FECHA DE INSLACION:	
MODELO:		MARCA:			
UBICACIÓN:		SERIE:		FABRICANTE:	


COMPORTAMIENTO DEL EQUIPO O MAQUINA

DESCRIPCION DE MANTENIMIENTO	FECHA			RESPONSABLE	DETALLE COSTO		OBSERVACION
	Día	Mes	Año		Repuesto	Valor	

Anexo H. Formato de registro diario de mantenimiento

 <p>HOSPITAL MANUELA BELTRAN</p>	<p>FUNCION DIARIA DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO</p>		SOLICITANTE:			
			FECHA:			
			DIA	MES	AÑO	
DEPARTAMENTO SOLICITANTE:	SECCION:	HABITACION:	PRIORIDAD			
			A	M	N	
DESCRIPCION DE MANTENIMIENTO						
OBSERVACIONES						
FIRMA DEL SOLICITANTE:	TECNICO ENCARGADO:	CONTROL DE MANTENIMIENTO				
FIRMA JEFE DEPARAMETO:	Fecha de inicio:	Fecha Finalizado:				
	Hora de inicio:	Hora de Finalizado:				

Anexo I. Formato de control de parada

 HOSPITAL MANUELA BELTRAN	CONTROL DE PARADAS		CODIGO:	
			VERSION:	
	DEPATAMENTO DE MANTENIMIENTO		CONTROL	
			SI	NO

ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO			
EQUIPO:		MODELO:	
CODIGO:		SERIE:	
Nº INVENTARIO:		UBICACIÓN:	

DIAGNOSTICO INICIAL				
FUNCIONAMIENTO		ESTADO MECANICO:	<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> M	DESCRIPCION:
SI	NO	ESTADO ELECTRICO:	<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> M	DESCRIPCION:


DESCRIPCION DEL SEVICIO	
REPUESTOS:	DESCRIPCION:
SI	NO

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE:	HORA INICIO:	RESPONSABLE DE AREA:
	HORA FINALIZADO:	


Anexo J. Ficha técnica para equipos

 <p>HOSPITAL REGIONAL MANUELA BELTRAN</p>	FICHA TECNICA PARA EQUIPOS DEPARTAMENTO MANTENIMIENTO		
	CODIGO:		
	UBICACIÓN:		
	FECHA:		
REGISTRO DEL EQUIPO			
NOMBRE:		SERIE:	
MARCA:		N ^o . INVENTARIO	
MODELO:		TIPO:	
DATOS TECNICOS			
Φ ROTOR:		Φ DESCARGA:	
Φ SUCCION:		PRESION DE TRABAJO	
POTENCIA:		DIMENSIONES:	
ESPECIFICACION DEL MOTOR			
MARCA:		RPM:	
MODELO:		VOLTAJE:	
POTENCIA:		TIPO:	
AMPERAJE:		DIMENSIONES:	
REGISTRO FOTOGRAFICO			

Anexo K. Formato inspección de equipo

 <p>HOSPITAL MANUELA BELTRAN</p>	REGISTRO DE INSPECCION DE EQUIPO		CODIGO:
			FECHA:
			VERSION:
			Nº INPECCION
DESCRIPCION DEL EQUIPO			
NOMBRE:		UBICACIÓN:	
CODIGO:		SERIE:	
MODELO:			
DESCRIPCION DEL SERVICIO			
TIPO DE INSPECCION :			
MEC: <input type="checkbox"/> ELECT: <input type="checkbox"/> ELECTRO: <input type="checkbox"/> HIDRA : <input type="checkbox"/> OTRO: <input type="checkbox"/>			
DESCRIPCION:			
ESTADO:			
BUENO <input type="checkbox"/> ACEPTABLE <input type="checkbox"/> MALO <input type="checkbox"/>			
OBSERVACIONES:			
RESPONSABLES:			
AUXILIAR:		COOR. MANTENIMIENTO	


Anexo L. Formato de solicitud de servicio

	SOLICITUD DE SERVICIO DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO	CODIGO:
		VERSION:
		FECHA:
		Nº SOLICITUD:

DESCRIPCION DEL EQUIPO			
NOMBRE:		MARCA:	
CODIGO:		MODELO:	
UBICACIÓN:		Nº INV:	

DESCRIPCION DEL SERVICIO			
TIPO DE DAÑO: MEC: <input type="checkbox"/> ELECT: <input type="checkbox"/> ELECTRO: <input type="checkbox"/> HIDRA: <input type="checkbox"/> OTRO: <input type="checkbox"/>			
TIPO DE PRIORIDA	URG.	MEDIO.	NORMAL.
ESTADO IDEAL:			
OBSERVACIONES:			
FECHA DE ENTREGA:			
FECHA DE CUMPLIMIENTO:			
SOLCITANTE		GARANTIA	

Anexo M. Formato de orden de trabajo

	HOSPITAL REGIONAL MANUELA BELTRAN SOCORRO	CODIGO:
		VERSION:
	ORDEN DE TRABAJO DEPARTAMENTO MANTENIMIENTO	Nº ORDEN
		FECHA: D / M / A

TIPO DE SERVICIO			
AREA:	BIOINGENIERIA	<input type="checkbox"/>	CORRECTIVO
	INFRAESTRUCTURA	<input type="checkbox"/>	PREVENTIVO
	ELECTRICO	<input type="checkbox"/>	INTALACION
	RED FRIO	<input type="checkbox"/>	

DESCRIPCION DEL EQUIPO			
EQUIPO:		Nº INV:	
CODIGO:		Nº SERIER	
MODELO:		UBICACIÓN:	

DESCRIPCION DEL SERVICIO									
TIPO DE DAÑO:									
MEC:	<input type="checkbox"/>	ELECT:	<input type="checkbox"/>	ELECTRO:	<input type="checkbox"/>	HIDRA:	<input type="checkbox"/>	OTRO:	<input type="checkbox"/>
REPUESTOS:	CODIGO	DESCRIPCION		CANTIDAD					
SI	NO								
DESCRIPCION DEL TRABAJO									
OBSERVACIONES:									

RESPONDABLES		
TECNICO ASIGNADO:	VoBo COOR MANT:	SOLICITANTE:
TIEMPO:	HORA INICIAL :	HORAL FIINAL:

Anexo N. Ficha técnica planta de emergencia

 HOSPITAL REGIONAL MANUELA BELTRAN		FICHA TECNICA PARA EQUIPOS DEPARTAMENTOMANTENIMIENTO	
		CODIGO:	CUB-BR-01
		UBICACIÓN:	Cuarto de Bombas
		FECHA:	19/09/2014
REGISTRO DEL EQUIPO			
NOMBRE:	Planta Eléctrica	SERIE:	SSC-121213392
MARCA:	STEWART & STEVESON	No. INVENTARIO	08422
MODELO:	SMDDC-500	APLICACIÓN:	EMERGENCIA
DATOS TECNICOS			
MOTOR:	10V1600G80S	ALTERNADOR	HCI1534D1L
RADIADOR	X57320500001	Hz	60
POTENCIA:	500 KW	Rpm	1800
KVA	625	FASES	3
TENSION	220	Grado de Protección	IP 23
AMPERAJE	1640		
DATOS PROVEEDOR			
NOMBRE:		DIRECCION:	K7. Vía No. 16-04
TELEFONO:	6460606		
REGISTRO FOTOGRAFICO			

