

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LA CERTIFICACIÓN, FUNCIONAMIENTO Y CALIDAD DE EQUIPOS MÉDICOS DE CUIDADO CRÍTICO COMERCIALIZADOS POR LA EMPRESA CORPOMÉDICA CIA LTDA

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO

EDUARDO JAVIER ESPINOZA PÁEZ

eduardo.espinoza@corpo-medica.com

DIRECTOR: ING. LUIS FERNANDO JÁCOME JIJÓN

luisfernando.jacome@epn.edu.ec

Quito, Octubre 2014

DECLARACIÓN

Yo, EDUARDO JAVIER ESPINOZA PÁEZ, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

EDUARDO JAVIER ESPINOZA PÁEZ

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo, previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico, fue desarrollado por EDUARDO JAVIER ESPINOZA PÁEZ, bajo mi supervisión.

Ing. Luis Fernando Jácome
DIRECTOR DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la vida, la sabiduría y la fortaleza para poder culminar con mi carrera a pesar de todos los obstáculos y las dificultades.

A mi esposa Salo, que siempre ha estado junto a mí brindándome su amor, y su apoyo incondicional.

A mi madre Mónica, quien con amor y dedicación me ha apoyado e impulsado siempre para alcanzar todas las metas de mi vida.

A mi padre Eduardo, quien me ha mostrado el valor del trabajo y el esfuerzo en todo momento.

A mi abuelo Eduardo Paez, quien ha sido como un padre para mí, por su apoyo incondicional y generosidad.

A mis hermanos Roco, Bolivar, Lore, Vlado, Gabi, y mis sobrinos Juan Franciso y Daniel, por ser una parte muy importante de mi vida, por todos los momentos agradables que hemos vivido juntos.

A mis suegros Mónica y Jaime porque he sentido su cariño siempre desde que los conocí.

Al señor Angel King por darme la oportunidad de trabajar en CORPOMÉDICA y estudiar al mismo tiempo, por ser un gran líder y amigo.

A mis queridos amigos y hermanos en Cristo quienes han estado siempre animándome a cumplir mis sueños.

A todo el personal de CORPOMÉDICA porque han sido como una familia para mí.

A Dori por haberme acompañado en tantas noches que no dormí por hacer deberes y estudiar.

Al Ingeniero Luis Fernando Jácome por guiarme en el desarrollo del presente trabajo

A mi querida POLI y sus profesores por forjar en mí un espíritu de trabajo y esfuerzo, por todos los conocimientos que aprendí y me han servido para sobresalir en el campo laboral y social de nuestro país.

Eduardo Espinoza P

DEDICATORIA

A mi amada esposa Salo, quien ha estado conmigo en las buenas y en las malas, en la salud y en la enfermedad, en riqueza y en pobreza, por ser la ayuda idónea que Dios tenía para mí. Una mujer excepcional, amorosa, e incondicional.

A mi querida madre Mónica por amarme tanto y estar siempre ahí para mí, por ser un modelo de mujer que lucha por sus hijos y no desmaya. Por ser la mejor mamá del mundo.

A mi padre Eduardo por ser un ejemplo de excelencia y perseverancia. Por ser un excelente papá.

A mi hermano Roco porque siempre ha estado para mí, por ser mi mejor amigo.

Eduardo Espinoza P

CONTENIDO

1	RESEÑA HISTÓRICA Y GENERALIDADES DE LA EMPRESA CORPOMÉDICA CIA LTDA...	1
1.1	ANTECEDENTES DE LA EMPRESA	1
1.1.1	HISTORIA	1
1.1.2	MISIÓN, VISIÓN Y POLÍTICA DE CALIDAD.....	1
1.1.3	UBICACIÓN DE LA EMPRESA	3
1.2	ESTRUCTURA GENERAL DE LA EMPRESA.....	5
1.2.1	INFRAESTRUCTURA.....	5
1.2.2	PERSONAL	6
1.2.3	ORGANIGRAMA FUNCIONAL	8
1.2.4	GESTIÓN DE PROCESOS.....	9
1.2.5	CARTERA DE CLIENTES	9
2	TEORÍA DEL MANTENIMIENTO.....	11
2.1	INTRODUCCIÓN.....	11
2.2	EVOLUCIÓN DEL MANTENIMIENTO.....	11
2.3	TIPOS DE MANTENIMIENTO.....	12
2.3.1	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	13
2.3.2	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	14
2.3.2.1	Ventajas.....	16
2.3.3	MANTENIMIENTO PREDICTIVO.....	16
2.3.3.1	Técnicas de Mantenimiento Predictivo.....	17
2.3.4	MANTENIMIENTO OVERHAUL O CERO HORAS.....	20
2.3.5	MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL.....	20
2.3.5.1	Características	20
2.3.5.2	Las 5 S's	23
2.3.6	MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD (RCM)	25
2.3.6.1	Características	25
2.3.6.2	Ventajas.....	25
2.3.6.3	Desventajas	25
2.4	INDICADORES DEL MANTENIMIENTO	26
2.4.1	DISPONIBILIDAD.....	26
2.4.2	FIABILIDAD	27
2.4.3	MANTENIBILIDAD.....	27

2.4.4	EFICIENCIA.....	28
2.4.4.1	Rendimiento.....	28
2.4.4.2	Calidad.....	28
2.5	HERRAMIENTAS ASOCIADAS AL MANTENIMIENTO.....	28
2.5.1	DIAGRAMA DE PARETO.....	28
2.5.2	DIAGRAMA DE ISHIKAWA/CAUSA-EFECTO.....	30
2.5.3	ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS.....	31
2.5.3.1	Gravedad.....	31
2.5.3.2	Frecuencia.....	32
2.5.3.3	Detectabilidad.....	33
2.5.3.4	Índice de Prioridad de Riesgo (IPR).....	34
2.5.3.5	Tipos de AMFE.....	35
2.5.3.6	Desarrollo de las Tablas AMFE.....	35
2.5.3.7	Acción Correctiva.....	39
3	EQUIPOS MÉDICOS.....	41
3.1	EQUIPOS COMERCIALIZADOS POR CORPOMÉDICA.....	41
3.1.1	ANALIZADOR DE GASES Y QUÍMICA SANGUÍNEA IRMA TRUPOINT.....	42
3.1.1.1	Parámetro Analizados.....	43
3.1.1.2	Características Principales.....	45
3.1.2	EQUIPO PARA MEDIR TIEMPOS DE COAGULACIÓN HEMOCHRON RESPONSE.....	45
3.1.2.1	Características Principales.....	46
3.1.2.2	Principio de Funcionamiento.....	46
3.1.2.3	Tipos de Tubos utilizados para diferentes especialidades.....	46
3.1.3	EQUIPO PARA HIPERTERMIA MEDIANTE CONVECCIÓN DE AIRE WARMAIR.....	47
3.1.3.1	Características Principales.....	48
3.1.3.2	Tipos de Mantas Utilizadas.....	48
3.1.4	EQUIPO PARA HIPER/HIPOTERMIA BLANKETROL II.....	50
3.1.4.1	Características Principales.....	50
3.1.4.2	Accesorios.....	51
3.1.5	MÁQUINA PARA AUTOTRANSFUSIÓN ELECTA CONCEPT.....	56
3.1.5.1	Características Principales.....	56
3.1.5.2	Ventajas de la Sangre Autóloga frente a la Homóloga.....	57
3.1.5.3	Principio de Funcionamiento.....	58
3.1.6	VISUALIZADOR DE VENAS VEINVIEWER – CHRISTIE.....	59
3.1.6.1	Características.....	60
3.1.6.2	Modos de Visualización.....	61

3.1.6.3	VeinViewer VISION	63
3.1.6.4	VeinViewer FLEX.....	64
3.1.7	ECÓGRAFO PORTÁTIL EZONO 3000	65
3.1.7.1	Características Principales.....	66
3.1.7.2	CUE CARDS	66
4	PLAN DE MANTENIMIENTO.....	67
4.1	INTRODUCCIÓN.....	67
4.2	GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO.....	67
4.2.1	MISIÓN DEL MANTENIMIENTO	67
4.2.2	CONCEPTOS DEL MANTENIMIENTO	68
4.2.3	PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO	68
4.3	DIAGNÓSTICO ACTUAL DE LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO DE CORPOMEDICA	69
4.3.1	INTRODUCCIÓN.....	69
4.3.2	ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL	69
4.3.3	ORGANIZACIÓN.....	69
4.3.4	REPUESTOS Y HERRAMIENTAS.....	70
4.3.5	TIPO DE MANTENIMIENTO REALIZADO POR LA EMPRESA CORPOMEDICA	70
4.3.6	DIAGNÓSTICO DEL TIPO DE MANTENIMIENTO	70
4.4	SELECCIÓN DE LA ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO A UTILIZARSE.....	71
4.4.1	MATRIZ DE PRIORIZACIÓN.....	71
4.4.2	MATRIZ DE PERFIL COMPLETO	72
4.5	ACTIVIDADES A REALIZAR EN EL PLAN DE MANTENIMIENTO.....	74
4.5.1	RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN IMPORTANTE PARA EL PLAN DE MANTENIMIENTO	74
4.5.2	EQUIPOS Y MÁQUINAS OBJETO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO.....	74
4.5.3	CODIFICACIÓN DE EQUIPOS.....	75
4.5.4	GESTIÓN DE DOCUMENTOS.....	78
4.5.4.1	OBJETIVO.....	78
4.5.4.2	DEFINICIONES.....	79
4.5.4.3	RESPONSABILIDAD Y AUTORIDAD.....	80
4.5.4.4	CONTROL DE DOCUMENTOS INTERNOS	81
4.5.4.5	CONTROL DE DOCUMENTOS EXTERNOS.....	83
4.5.5	ELABORACIÓN DEL LIBRO DE REGISTRO DE MANTENIMIENTO	83
4.5.6	PERSONAL INVOLUCRADO.....	86

4.5.6.1	RESPONSABILIDADES PRINCIPALES	87
4.5.6.2	COMPETENCIAS DEL CARGO	87
4.5.7	CREACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA.....	87
4.5.7.1	PROCEDIMIENTO EQUIPOS DE VENTA	88
4.5.7.2	PROCEDIMIENTO EQUIPOS EN CUSTODIA	93
4.5.7.3	PROCEDIMIENTO PARA LA GESTIÓN DE CASOS DE SOPORTE TÉCNICO	96
4.5.8	LEVANTAMIENTO DE DATOS.....	102
4.5.8.1	INVENTARIO DE LOS EQUIPOS VENDIDOS POR CORPOMÉDICA	102
4.5.8.2	RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN TÉCNICA, CATÁLOGOS, MANUALES DE LOS EQUIPOS. 102	
4.6	PRIORIZACIÓN DE LOS EQUIPOS MÉDICOS	102
4.6.1	LUGAR DE OPERACIÓN.....	103
4.6.2	HORAS DE TRABAJO	103
4.6.3	MANTENIMIENTO DEL EQUIPO	104
4.6.4	RIESGO DE VIDAS HUMANAS EN PAROS IMPREVISTOS.....	105
4.6.5	RESULTADOS DE LA PRIORIZACIÓN DE EQUIPOS	106
4.7	DESARROLLO DE LA ESTRATEGIA.....	108
4.7.1	SISTEMAS Y COMPONENTES	109
4.7.1.1	SISTEMA DE BOMBAS.....	109
4.7.1.2	SISTEMA MECÁNICO	115
4.7.1.3	SISTEMA ELECTRÓNICO.....	118
4.7.2	CODIFICACIÓN DE SISTEMAS, SUBSISTEMAS, COMPONENTES/ELEMENTOS.....	118
4.7.3	FUNCIONAMIENTO DE LOS COMPONENTES DE LA MÁQUINA DE AUTOTRANSFUSIÓN ELECTA 121	
4.7.4	CODIFICACIÓN DE FALLOS	123
4.7.5	TABLAS AMFE.....	123
4.7.6	ACCIÓN CORRECTORA.....	134
4.8	PROGRAMACIÓN Y ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO	139
4.8.1	ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO	141
4.8.1.1	MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE SERVICIO O DIARIO	141
4.8.1.2	MANTENIMIENTO PREVENTIVO CADA 12 MESES	141
4.8.2	COSTOS DE MANTENIMIENTO	151
5	IMPLEMENTACIÓN DE UN SOFTWARE DE MANTENIMIENTO PARA LOS EQUIPOS COMERCIALIZADOS POR CORPOMEDICA CIA LTDA.....	152
5.1	INTRODUCCIÓN.....	152

5.2	DESCRIPCIÓN DE LAS FUNCIONES DEL PROGRAMA.....	153
5.2.1	CLIENTES	154
5.2.2	EQUIPOS.....	154
5.2.3	ÓRDENES DE TRABAJO.....	156
5.2.4	BITÁCORA.....	158
5.2.5	AMFES.....	160
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	161
6.1	CONCLUSIONES	161
6.2	RECOMENDACIONES	163

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Ubicación de la Oficina Matriz.....	4
Figura 1.3 Mapa de Procesos	9
Figura 2.2 Termografía de un Vehículo.....	19
Figura 2.4 Diagrama de Pareto	29
Figura 2.5 Diagrama de Causa y Efecto	30
Figura 3.1 IRMA TRUPOINT y sus componentes	42
Figura 3.2 Tipos de Cartucho - Parámetros Medidos y Calculados	43
Figura 3.3 Rangos de Medición IRMA TRUPOINT	44
Figura 3.4 Hemochron Response.....	45
Figura 3.5 Detección del imán a la formación de coágulos	46
Figura 3.6 Tubos utilizados con equipo HEMOCHRON	47
Figura 3.7 Equipo para Hipertermia WARMAIR	48
Figura 3.8 Tipo de Mantas de Aire	49
Figura 3.9 Utilización del WARMAIR durante Procedimiento Quirúrgico	49
Figura 3.10 Equipo para Hiper/Hipotermia BLANKETROL II.....	50
Figura 3.11 Mantas Maxi-Therm Lite.....	51
Figura 3.12 Mantas Maxi-Therm	52
Figura 3.13 Mantas Plastipad.....	53
Figura 3.14 Manta Geli-Roll.....	54
Figura 3.15 Mangueras de agua	55
Figura 3.16 Set Descartable - Proceso Autotransfusión.....	58
Figura 3.17 Tipo de Campana para Autotransfusión	59
Figura 3.18 Paciente con poca visibilidad vascular	60
Figura 3.19 Modo Universal – Veinviewer	61
Figura 3.20 Modo Invertido – VeinViewer	62
Figura 3.21 Modo Cambio de Tamaño – VeinViewer	62
Figura 3.22 Modo Fino – VeinViewer	63
Figura 3.23 VeinViewer VISION	63
Figura 3.24 VeinViewer FLEX	64
Figura 3.25 eZono 3000	65
Figura 4.1 Estructura Encabezado Documentos	81

Figura 4.2 Estructura Pie de Página Documentos.....	81
Figura 4.3 Ficha del Asistente Técnico	86
Figura 4.5 Diagrama de Flujo - Equipos en Custodia.....	95
Figura 4.6 Diagrama de Flujo - Casos de Soporte Técnico.....	98
Figura 4.7 Ventana para creación de Caso en Salesforce	99
Figura 4.8 Opciones de Estado para los Casos de Soporte Técnico	100
Figura 4.9 Historial de Actividades Caso ST-0036	101
Figura 4.10 Máquina de Autotransfusión ELECTA.....	108
Figura 4.11 Componentes del Subsistema de Vacío	110
Figura 4.12 Componentes del Subsistema Peristáltico	112
Figura 4.13 Componentes del Subsistema Centrífugo.....	114
Figura 4.14 Grupo de Mordazas.....	115
Figura 4.15 Componentes del Subsistema de Mordazas.....	116
Figura 4.16 Componentes del Subsistema de Bowl.....	117
Figura 4.17 Certificado de Entrenamiento SORIN.....	140
Figura 5.1 Página de Inicio.....	153
Figura 5.2 Módulo de Equipos.....	155
Figura 5.3 Barra de Herramientas Módulo Equipos	156
Figura 5.4 Campos Orden de Trabajo.....	157
Figura 5.5 Orden de Trabajo	157
Figura 5.6 Barra de Herramientas Módulo Orden de Trabajo	158
Figura 5.7 Pantalla de Ingreso Bitácora	158
Figura 5.8 Ejemplo Bitácora en Excel	159
Figura 5.9 Pantalla de Ingreso AMFE	160

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Distribución de Oficinas en la Empresa.....	6
Tabla 1.2 Descripción Grupo de Trabajo CORPOMÉDICA.....	7
Tabla 1.3 Cartera de Clientes CORPOMÉDICA.....	10
Tabla 2.1 Evolución del Mantenimiento.....	12
Tabla 2.2 Pasos para el desarrollo del Mantenimiento Autónomo	22
Tabla 2.3 Clasificación de la Gravedad.....	32
Tabla 2.4 Clasificación de la Frecuencia.....	33
Tabla 2.5 Clasificación de la Detectabilidad.....	34
Tabla 2.6 Identificación de Componentes AMFE - Ejemplo	35
Tabla 2.7 Modos de Fallo AMFE - Ejemplo.....	36
Tabla 2.8 Efectos del Fallo AMFE - Ejemplo.....	37
Tabla 2.9 Causas del Fallo AMFE - Ejemplo.....	37
Tabla 2.10 TABLA AMFE - Ejemplo	40
Tabla 3.1 Principales Equipos Comercializados por CORPOMÉDICA	41
Tabla 3.2 Ventajas de la Sangre Autóloga sobre la Homóloga	57
Tabla 3.3 Características VeinViewer VISION	64
Tabla 3.4 Características VeinViewer FLEX.....	65
Tabla 4.1 Matriz de Priorización	71
Tabla 4.2 Matriz de Perfil Completo	73
Tabla 4.3 Inventario de los equipos comercializados por Corpomedica.....	75
Tabla 4.4 Codificación Casa Comercial	76
Tabla 4.5 Codificación Equipos	76
Tabla 4.6 Principales Clientes Corpomedica.....	76
Tabla 4.7 Codificación de Documentos.....	82
Tabla 4.8 Codificación de Procesos	82
Tabla 4.9 Libro de Bitácora	85
Tabla 4.10 Responsabilidades Personal Dep Ingeniería – Equipos de Venta	89
Tabla 4.11 Resonsabilidades Personal Dep. Ingeniería - Equipos en Custodia... ..	94
Tabla 4.12 Responsabilidades del Personal Dep. Ingeniería - Casos de Soporte Técnico.....	97
Tabla 4.13 Priorización de las principales areas de un hospital.....	103

Tabla 4.14 Ponderación para priorizar horas de trabajo	104
Tabla 4.15 Priorización Horas de Trabajo	104
Tabla 4.16 Ponderación Horas de Paro por Mantenimiento.....	105
Tabla 4.17 Priorización Mantenimiento Equipos	105
Tabla 4.18 Ponderación Riesgo de Vidas Humanas	105
Tabla 4.19 Priorización Riesgo de Vidas Humanas	105
Tabla 4.20 Resumen de Priorización Equipos Médicos	107
Tabla 4.21 Componentes del Subsistema de Vacío.....	111
Tabla 4.22 Componentes del Subsistema Peristáltico	112
Tabla 4.23 Componentes Subsistema Centrífugo.....	114
Tabla 4.24 Componentes del Subsistema de Mordazas	116
Tabla 4.25 Componentes del Subsistema de Bowl.....	118
Tabla 4.26 Sistemas Máquina Electa	119
Tabla 4.27 Subsistemas Máquina Electa	119
Tabla 4.28 Componentes Máquina Electa	120
Tabla 4.29 Funcionamiento de los componentes de la Máquina de Autotransfusión Electa	121
Tabla 4.30 Codificación de Fallos	123
Tabla 4.31 AMFE Subsistema de Vacío.....	124
Tabla 4.32 AMFE Subsistema de Vacío.....	125
Tabla 4.33 AMFE Subsistema Peristáltico	126
Tabla 4.34 AMFE Subsistema Peristáltico	127
Tabla 4.35 AMFE Subsistema Centrífugo	128
Tabla 4.36 AMFE Subsistema Centrífugo	129
Tabla 4.37 AMFE Subsistema de Mordazas	130
Tabla 4.38 AMFE Subsistema de Mordazas	131
Tabla 4.39 AMFE Subsistema de Bowl	132
Tabla 4.40 AMFE Subsistema de Bowl.....	133
Tabla 4.41 AMFE Correctiva Subsistema Peristáltico	135
Tabla 4.42 AMFE Correctiva Subsistema Centrífugo.....	136
Tabla 4.43 AMFE Correctiva Subsistema de Mordazas	137
Tabla 4.44 AMFE Correctiva Subsistema de Bowl.....	138
Tabla 4.45 Actividades de Mantenimiento Sistema Mecánico/Bombas	144

Tabla 4.46 Actividades de Mantenimiento Sistema Electrónico	145
Tabla 4.47 Actividades de Mantenimiento Sistema de Bombas.....	147
Tabla 4.48 Actividades de Mantenimiento Sistema Mecánico.....	149

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1 LEVANTAMIENTO DE DATOS SOBRE EQUIPOS VENDIDOS POR CORPOMÉDICA	165
ANEXO 2 REGISTRO INTERNO PUESTA A PUNTO.....	179
ANEXO 3 REGISTRO EXTERNO PUESTA A PUNTO.....	181
ANEXO 4 REPORTE DE VISITA A EQUIPOS MÉDICOS.....	183
ANEXO 5 FORMULARIO DE RECEPCIÓN DE EQUIPOS.....	185
ANEXO 6 PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO RECOMENDADO POR SORIN PARA MÁQUINA DE AUTOTRANSFUSIÓN ELECTA	187

RESUMEN

El presente proyecto se basa en la creación de un Plan de Mantenimiento para los equipos comercializados por la empresa CORPOMÉDICA CIA LTDA, los mismos que se encuentran operando y funcionando en las diferentes Instituciones de Salud de todo el país, a fin de evitar paradas no programadas o mal funcionamiento de las máquinas pudiendo causar pérdida de vidas humanas.

En el primer capítulo se encuentran los antecedentes de la empresa CORPOMÉDICA, su política además de la estructura de comercialización que tiene como análisis previo a la gestión del mantenimiento.

En el segundo capítulo se plantean los conceptos básicos de la Ingeniería de Mantenimiento y la teoría que se va aplicar en el proyecto. Importancia que tiene el mantenimiento en la industria Ecuatoriana así como las herramientas estadísticas que se aplicarán para la implementación del Plan de Mantenimiento.

En el tercer capítulo se describen los equipos médicos que CORPOMÉDICA comercializa, con todas sus características mecánicas, a fin de tener una visión global del campo en el cual incursará el proyecto.

En el cuarto capítulo se realiza un análisis de la situación actual del Mantenimiento en la empresa CORPOMÉDICA para después seleccionar el tipo de mantenimiento más adecuado para las necesidades de la misma. Una vez seleccionado el tipo de mantenimiento que se implementará se realiza la priorización de los equipos médicos comercializados para saber cual es de mayor importancia y poder empezar implementando el Plan de Mantenimiento.

En el quinto capítulo se procede con la creación de un software de mantenimiento con el fin de optimizar las tareas de mantenimiento en cada uno de los equipos médicos objetos del presente trabajo. El último capítulo, conclusiones y recomendaciones, las mismas que se obtendrán de todo el desarrollo anterior detallado.

PRESENTACIÓN

El objetivo principal al implementar un Plan de Mantenimiento Preventivo es evitar los paros imprevistos de las máquinas, haciendo que su trabajo sea eficiente durante toda su vida útil. En el caso particular de equipos médicos, todo esto evitará la pérdida de vidas humanas en clínicas y hospitales.

Corpomédica Cia Ltda busca implementar el Departamento de Ingeniería, debido que hasta ahora el manejo de los equipos en campo no se ha llevado de manera organizada. Por lo tanto el presente proyecto contempla desarrollar procedimientos adecuados para la gestión del mantenimiento.

El Plan de Mantenimiento Preventivo busca realizar visitas programadas y periódicas a cada uno de los centros de salud que poseen equipos médicos, con el objetivo de mantener su buen funcionamiento. Las visitas programadas se realizarán aun si el equipo se encuentre operando satisfactoriamente.

Por último se desarrollará una Software de Mantenimiento que facilite el trabajo, pudiendo conocer a detalle la información de cada equipo. Todo esto permitirá tener una trazabilidad sobre las actividades desarrolladas por el Departamento de Ingeniería, y lo que se busca es que dicho departamento sea autosustentable en su gestión de eficiencia y costos.

CAPÍTULO I

RESEÑA HISTÓRICA Y GENERALIDADES DE LA EMPRESA CORPOMÉDICA CIA LTDA.

Este capítulo tiene como objetivo dar un breve resumen de la empresa CORPOMÉDICA, especificando sus actividades en la comercialización de dispositivos y equipos medicos en el país.

1.1 ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

1.1.1 HISTORIA

CORPOMÉDICA, desde su fundación en 1984, sirve al area de salud de la población Ecuatoriana a través de la provision de equipos y dispositivos médicos de calidad y tecnología de punta.

El compromiso de la empresa ha sido y sera ofrecer y atender a los clientes con los mejores productos médicos, vanguardistas, con la más alta tecnología, para que faciliten el trabajo de los profesionales de la salud, ayudando así con el tratamiento efectivo y eficaz del paciente.

1.1.2 MISIÓN, VISIÓN Y POLÍTICA DE CALIDAD

Con el afán de que el servicio y los productos para los clientes sean excelentes, CORPOMÉDICA certifica ISO 9001:2008 en Julio del año 2011. Con esto los procesos fueron organizados de una mejor manera.

Misión.-

“Ser efectivos y eficaces en la provisión de dispositivos y equipos médicos a todos los especialistas e instituciones de salud y ser solidarios con los pacientes que requieren de nuestros productos y servicios”.

Visión.-

“Proveer oportunamente dispositivos y equipos médicos de especialidad y alta calidad a nivel nacional, innovando el concepto de ventas a través de educación, asesoría y servicio que generan excelencia en el profesional médico y confianza en el paciente”.

Valores.-

- “Realizamos nuestra labor con amor, honestidad, responsabilidad y profesionalismo, basándonos en principios éticos y morales”.
- “Trabajamos con integridad y entusiasmo, con un equipo de profesionales sensibles y comprometidos con las necesidades y la satisfacción de nuestros clientes”.

Política de Calidad.-

“CORPOMÉDICA provee equipos y dispositivos médicos de tecnología de punta para diferentes especialidades, con el fin de brindar seguridad y confianza a los profesionales de la salud, contribuyendo a un mejor pronóstico del paciente.

Estamos comprometidos a educar y asesorar en el uso adecuado de nuestros productos, apoyados en el mejoramiento continuo que respalda nuestro servicio”.

Objetivos de Calidad.-

- “Comercializar equipos y dispositivos con tecnología de punta”.
- Educar y asesorar a los profesionales médicos”.
- Mantener una política de mejora continua”.¹

1.1.3 UBICACIÓN DE LA EMPRESA

La Matriz de la Empresa se encuentra ubicada en la parroquia Iñaquito sector La Pradera; que se encuentra en los alrededores del Parque de la Carolina. Su dirección es en la Avenida República 740 y Eloy Alfaro, Edificio Consorcio Profesional. A continuación el detalle de la ubicación en la Figura 0.1.

¹ “CORPOMÉDICA CIA LTDA,” accessed August 31, 2012, <http://www.corpomedica.com/>.

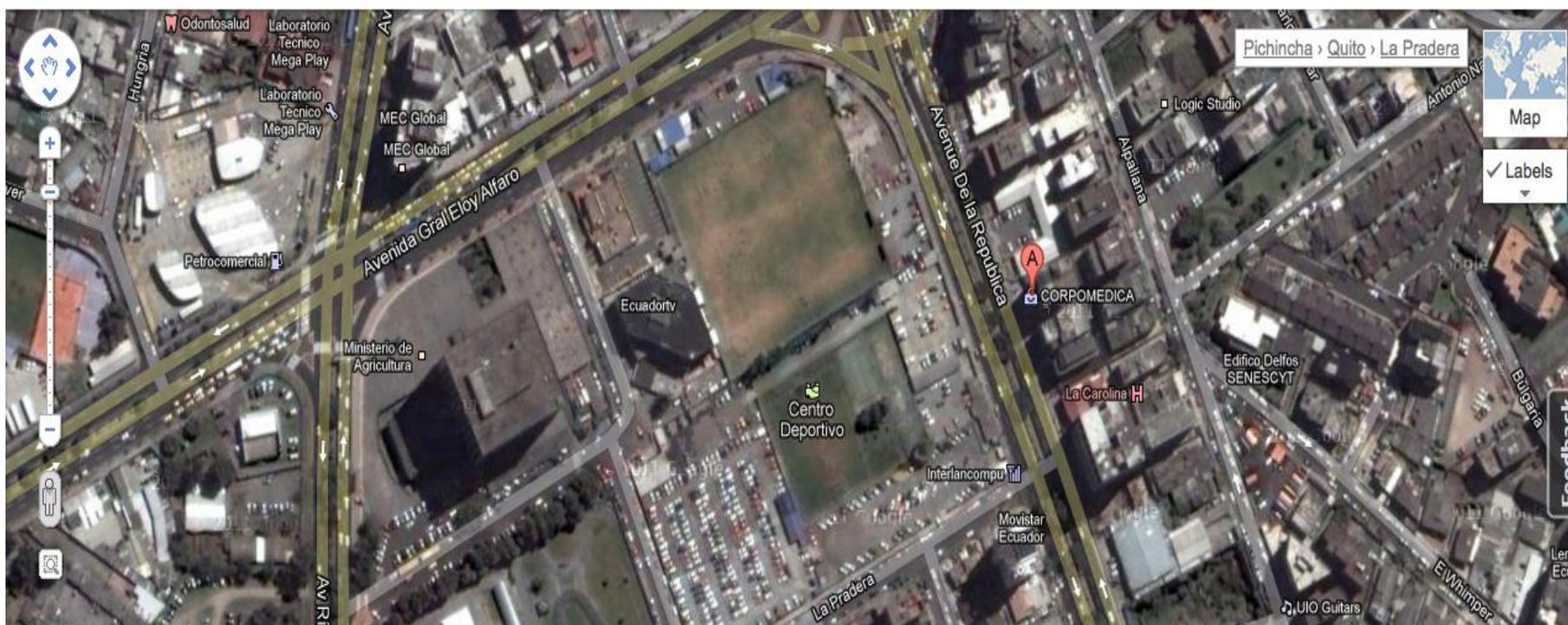


Figura 0.1 Ubicación de la Oficina Matriz.

Fuente: <https://maps.google.com/>

Hay que mencionar que CORPOMÉDICA tiene dos sucursales en Guayaquil y Cuenca respectivamente, a continuación sus direcciones:

- GUAYAQUIL: Av. Rodrigo Chávez, Parque Empresarial Colón, Edificio Empresarial. No.5, 2do piso, oficinas 211 – 212.
- CUENCA: Alfonso Cordero 377 y Miguel Cordero

1.2 ESTRUCTURA GENERAL DE LA EMPRESA

1.2.1 INFRAESTRUCTURA

La Matriz de CORPOMÉDICA cuenta con un area aproximada de 500m², en oficinas de 100m², distribuidos de la siguiente manera:

Tabla 0.1 Distribución de Oficinas en la Empresa

DEPENDENCIAS	OFICINA
Recepción	201
Gerencia Administrativa y Financiera	
Gestión de Operaciones	
Gestión Comercial	
Contabilidad	
Bodega #1	202
Gerencia General	301
Subgerencia General	
Coordinación de Marketing y Publicidad	
Bodega #2	302
Comercio Exterior	502
Coordinación de Inventarios	
Fundación PENIEL	
Gestión de Ingeniería	
Bodega #3	702

Fuente: CORPOMÉDICA CIA LTDA

Elaboración: Propia

1.2.2 PERSONAL

CORPOMÉDICA cuenta con un excelente grupo humano de trabajo el cual desempeña distintas funciones, con el fin de que los productos lleguen y beneficien a los pacientes de todos los centros de salud de país.

En la Tabla 0.2, se muestra el personal según los departamentos.

Tabla 0.2 Descripción Grupo de Trabajo CORPOMÉDICA

DEPARTAMENTO	PERSONAL	
	Cargo	No. Personas
GERENCIA GENERAL	Gerente	1
SUBGERENCIA	Subgerente	1
DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO Y FINANCIERO	Gerente	1
	Asistente de Gerencia	1
	Operaciones	3
	Contabilidad	2
	Limpieza	1
ALMACENAMIENTO Y DESPACHO	Jefe de Bodega	1
	Bodeguero	1
MENSAJERÍA Y ENTREGA	Mensajeros	3
IMPORTACIONES	Coordinador	1
	Asistente de Importaciones	2
GESTIÓN COMERCIAL	Gerente de ventas	1
	Coordinador de Eventos	1
	Asesores Comerciales	5
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA	Gerente de Ingeniería	1
	Asistente Técnico	1

Fuente: CORPOMÉDICA CIA LTDA

Elaboración: Propia

1.2.3 ORGANIGRAMA FUNCIONAL

En la Figura 1.2 podemos observar como está organizado el personal de CORPOMÉDICA

Fuente: CORPOMÉDICA CIA LTDA

Elaboración: Propia

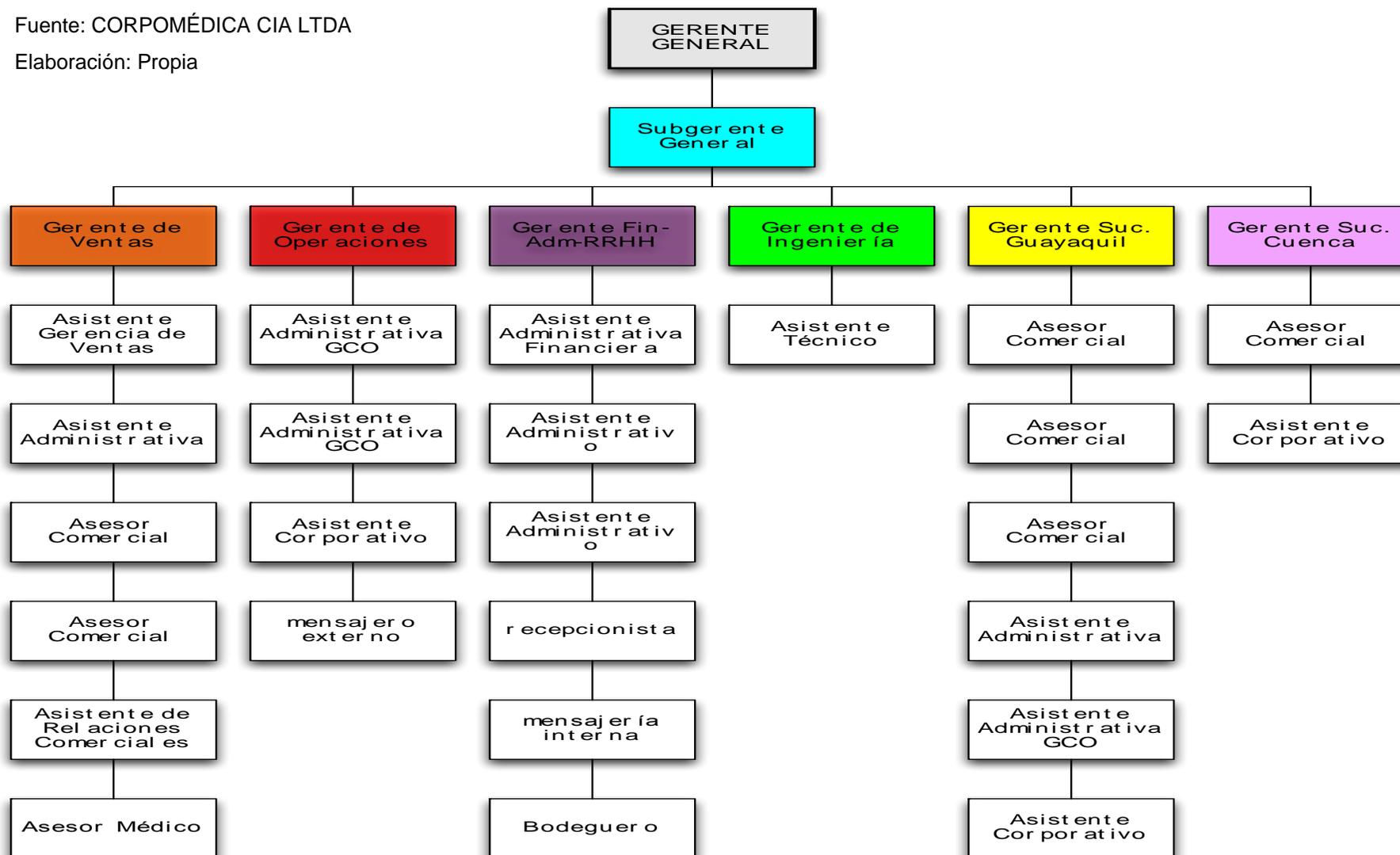


Figura 0.2 Organigrama CORPOMÉDICA CIA LTDA

1.2.4 GESTIÓN DE PROCESOS

En la Figura 0.3 podemos ver la relación que tienen cada uno de los procesos de CORPOMÉDICA los mismos que tienen como inicio las necesidades de nuestros clientes y como objetivo final la satisfacción de las mismas.

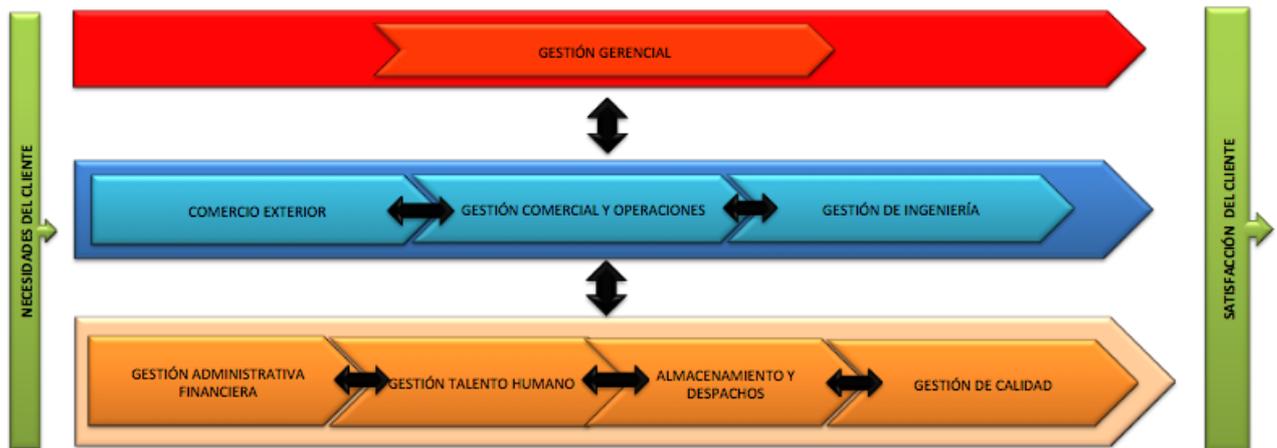


Figura 0.3 Mapa de Procesos

Fuente: CORPOMÉDICA CIA LTDA

Elaboración: CORPOMÉDICA CIA LTDA

1.2.5 CARTERA DE CLIENTES

A lo largo de tantos años de trayectoria en el país, con el desarrollo de nuevas tecnologías y tendencias en el área de la salud, CORPOMÉDICA ha logrado obtener un grupo selecto de clientes. En la Tabla 0.3 se presentan los clientes más significativos en el área de equipos médicos:

Tabla 0.3 Cartera de Clientes CORPOMÉDICA

TIPO DE HOSPITAL	CLIENTE	CIUDAD
PÚBLICO	IESS HOSPITAL CARLOS ANDRADE MARIN	QUITO
	HOSPITAL GENERAL ENRIQUE GARCES	QUITO
	HOSPITAL PEDIATRICO BACA ORTIZ	QUITO
	HOSPITAL QUITO No. 1 DE LA POLICIA NACIONAL	QUITO
	HOSPITAL DE ESPECIALIDADES EUGENIO ESPEJO	QUITO
	HOSPITAL GIN.OBST.ISIDRO AYORA	QUITO
	HOSPITAL PABLO ARTURO SUAREZ	QUITO
	JUNTA DE BENEFICENCIA DE GUAYAQUIL	GUAYAQUIL
	HOSPITAL LUIS VERNAZA	GUAYAQUIL
	INSTITUTO DE LA NIÑEZ Y LA FAMILIA	GUAYAQUIL
	HOSPITAL PROVINCIAL DR.VERDI CEVALLOS BA	PORTOVIEJO
	IESS HOSPITAL DE PORTOVIEJO	PORTOVIEJO
	HOSPITAL PROVINCIAL GENERAL DOCENTE RIOB	RIOBAMBA
	HOSPITAL "DR RAFAEL RODRIGUEZ ZAMBRANO"	MANTA
	IESS HOSPITAL REGIONAL JOSE CARRASCO A.	CUENCA
PRIVADO	HOSPITAL METROPOLITANO DE QUITO CONCLINA C.A.	QUITO
	HOSPITAL GENERAL DE LAS FUERZAS ARMADAS	QUITO
	CENTRO MEDICO QUIRURGICO PICHINCHA	QUITO
	HOSPITAL VOZANDES	QUITO
	CLINICA INFES C.A	QUITO
	CLINICA DE LA MUJER	QUITO
	C.A. CLINICA GUAYAQUIL S. M. S. A.	GUAYAQUIL
	CLINICA GRANADOS S.A. CLIGRASA	LIBERTAD
	CLINICA DEL SOL CIA. LTDA.	MANTA
	SINAI FARM	CUENCA

Fuente: CORPOMÉDICA

Elaboración: Propia

CAPÍTULO II

TEORÍA DEL MANTENIMIENTO

2.1 INTRODUCCIÓN

La Ingeniería de Mantenimiento surge como una necesidad para evitar los gastos, daños y percances ocurridos al momento de un paro imprevisto o paro por falla de cierto equipo o máquina. Así la gestión de mantenimiento apunta a reducir los paros, minimizar los costos cuando estos se producen y sobre todo maximizar la producción y el rendimiento de las máquinas a lo largo de su vida útil.

Por lo tanto la gestión del mantenimiento son las actividades de diseño, planificación, procesos y actividades que buscan que la disponibilidad de las máquinas sea la mayor posible y a la mayor eficiencia posible.

2.2 EVOLUCIÓN DEL MANTENIMIENTO

Como todo proceso de Ingeniería, el mantenimiento ha evolucionado a través de la historia cronológicamente y se ha caracterizado en distintas etapas por los procedimientos y las metodologías que se han seguido.²

En la Tabla 2.1 podemos observar un resumen de como ha evolucionado el mantenimiento a través de la historia con sus distintas tendencias.

² JOHN MOUBRAY, *MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD*, trans. HENRY ELLMANN, 1ra Edición, n.d.

Tabla 2.1 Evolución del Mantenimiento

GENERACIONES	TIPO DE GESTIONES
PRIIMERA GENERACIÓN (1930-1950)	Gestión de Mantenimiento dirigida a la maquinaria
SEGUNDA GENERACIÓN (1950-1960)	Gestión de Mantenimiento enfocada a la producción
TERCERA GENERACIÓN (1960-1980)	Gestión de Mantenimiento dirigida a la productividad
CUARTA GENERACIÓN (1980-1999)	Gestión de Mantenimiento enfocada a la competitividad
QUINTA GENERACIÓN (2000-20XX)	Gestión de Mantenimiento hacia la organización e innovación tecnológica industrial

Fuente: QUILO,V; Plan de Mantenimiento Preventivo SAN ANTONIO SERVICES; Tesis EPN; Julio 2011.

Elaboración: Propia

2.3 TIPOS DE MANTENIMIENTO

Como ya lo mencionamos anteriormente el Mantenimiento es el conjunto de acciones de una empresa u organización que buscan preservar los equipos y máquinas consiguiendo que su disponibilidad, desempeño y seguridad sean elevadas al máximo posible.

A continuación se realiza un breve resumen de los tipos de mantenimiento que existe en el desarrollo de la industria, con lo cual posteriormente se escogerá el más adecuado para CORPOMÉDICA según sean sus necesidades.

2.3.1 MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Es el tipo de mantenimiento que se realiza cuando la máquina a entrado en un estado de fallo.

Este tipo de mantenimiento no es recomendable en ningún caso, ya que implica incursar en gastos no programados y paros en la productividad.

Se clasifica en:

No Planificado.-

Es también llamado Mantenimiento de Emergencia ya que implica reparar la máquina con la mayor urgencia y celeridad posible, de lo contrario podrían haber grandes daños materiales o inclusive pérdidas humanas.

Este mantenimiento correctivo se aplica por lo general en:

- Sistemas complejos, elementos electrónicos, o elementos donde es imposible prever fallas. Lo ideal es que estos elementos puedan ser interrumpidos en cualquier momento sin afectar la seguridad ni la productividad de la empresa.
- Equipos que ya tienen tiempo considerable de funcionamiento, por lo que fallan imprevistamente.

El inconveniente más grande con este tipo de mantenimiento es el stock de repuestos para poder reparar las máquinas, es decir, muchas veces las piezas que se necesitan están descontinuadas, o simplemente tienen que ser importadas desde otro país. Todo esto hará que el tiempo que la máquina estará sin funcionar se prolongue indefinidamente.

Planificado.-

Este tipo de mantenimiento prevee las actividades que se realizarán antes de que se produzca el paro permanente. Esto ayudará a que se dispongan de ante mano recursos como: dinero, tiempo, personal, y repuestos en la medida de la gravedad de la falla para que la máquina sea reparada.

Para llevarlo a cabo se programa el paro del equipo, cabe recalcar que este paro deberá hacerse cuando haya menor producción, de ser posible, y pueda suplirse el trabajo de la máquina con otro tipo de maquinaria. Así conseguiremos que la producción no disminuya significativamente.

De Oportunidad.-

Este tipo de mantenimiento es simplemente una variación del mantenimiento correctivo, con la diferencia de que no se atiende de inmediato la necesidad de corregir la falla; es decir, es diferido de acuerdo a distintos factores los cuales se acuerdan con la dirección de la organización así como con el custodio de la máquina.

También se denomina mantenimiento de oportunidad al mantenimiento que se realiza aprovechando las paradas de la máquina, o períodos de no uso del equipo, para poder realizar todas las actividades y trabajos de mantenimiento correctivo.

2.3.2 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Es un sistema de visitas programadas, cíclicas y periódicas las mismas que se diseñan con el objetivo de encontrar y corregir los problemas menores antes de que estos provoquen fallas, de esta manera aseguramos el correcto funcionamiento de las máquinas y equipos.

Las intervenciones se pueden realizar de forma periódica o sistemática, y según el estado del componente o condicional, evitar sustituciones innecesarias, y por lo tanto desperdicios.

El mantenimiento preventivo no evita la aparición de fallos, por lo tanto su implantación depende de un balance de costos, el cual se aplica cuando los gastos de cada intervención son menores a los que se evita con ellos.³

Una herramienta muy utilizada en este tipo de mantenimiento es el *Ciclo de Deming*, el cual contempla cuatro pasos muy simples:

1. PLANIFICACIÓN
2. EJECUCIÓN
3. VERIFICACIÓN
4. ACTUAR

En la Figura 2.1 se puede observar como funciona el ciclo:



Figura 2.1 Ciclo de Deming

Fuente: <http://maestrosdelacalidadgo100111.blogspot.com/2012/09/ciclo-deming.html>

³ LUIS JÁCOME, *INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO*, 2010

2.3.2.1 Ventajas

- Nos permite contar con un historial completo de cada equipo
- Conocimiento anticipado de los trabajos que se debe realizar; con esto se puede planificar de mejor manera todas las actividades, evitando cualquier clase de imprevisto
- Teniendo un control de los trabajos realizados se optimiza el rendimiento de las horas hombre
- La logística y planificación de los trabajos permite que la producción y el trabajo de los equipos no se vea afectado en gran manera

2.3.3 MANTENIMIENTO PREDICTIVO

Este tipo de mantenimiento recurre al seguimiento minucioso sobre el funcionamiento de la máquina, para poder determinar donde y cuando se producirá el fallo antes de que ocurra.

Así también el mantenimiento predictivo hace un análisis sobre los elementos que son más propensos a fallar para poder tener un stock disponible de los mismos.

De esta manera el mantenimiento predictivo busca realizar las actividades de reparación o cambio de piezas antes de que ocurra una falla con la mayor celeridad y eficiencia de recursos posible.

Este tipo de Mantenimiento también se lo conoce como *Mantenimiento Basado en Condición (CBM – Condition Based Maintenance)*, y su objetivo es buscar cuando la probabilidad de falla asume valores indeseables, se puede decir que es el más complejo de llevar a cabo ya que depende bastante de la experiencia y profesionalismo del personal para la detección de fallas, de otra manera se desperdiciarían recursos llevando a cabo trabajos en elementos o mecanismos que se encuentran en buen estado.

Se lo puede ejecutar de dos maneras:

Objetivamente.-

Por medio de sofisticados equipos de diagnóstico, midiendo parámetros críticos y puntuales en cada equipo.

Subjetivamente.-

En base a la experiencia del inspector del equipo. Por lo tanto se toma en cuenta el estado real de los equipos y no solamente a las recomendaciones del fabricante. Todo esto contribuye al ahorro en el manejo de repuestos que en muchas ocasiones son colocados innecesariamente

2.3.3.1 Técnicas de Mantenimiento Predictivo

Existen varias técnicas que son utilizadas en la detección de fallas en los equipos, hay que recalcar que las fallas mecánicas son las más usuales, pero debemos tomar en cuenta muchas otras como: eléctricas, hidráulicas, neumáticas, etc.

A continuación un resumen de las técnicas más utilizadas en la industria

2.3.3.1.1 Análisis de Vibraciones

Como se mencionó anteriormente, la mayoría de fallas se presentan en los elementos mecánicos de un equipo, por lo tanto el analizar las vibraciones de los elementos mecánicos de un equipo se vuelve muy crítico.

El interés principal sobre este análisis es la identificación de las amplitudes predominantes de las vibraciones detectadas en el elemento, ya que estas causan aumento en los esfuerzos, tensiones, desgaste de los materiales, fatiga de los materiales. Los parámetros que se deben tomar en cuenta en el análisis de vibraciones son:

- ✓ Frecuencia
- ✓ Desplazamiento
- ✓ Velocidad
- ✓ Aceleración
- ✓ Dirección

Los tipos de vibraciones más importantes son:

Vibración Libre.-

Causada por un sistema que vibra espontáneamente sin un patrón en particular

Vibración Forzada.-

Es causada por un agente interno o externo, el cual tiene un patrón en particular

2.3.3.1.2 Termografía Industrial

Es una técnica que nos permite medir, sin necesidad de tocar los elementos, temperaturas localizadas en la superficie del elemento. Todo esto se logra mediante la captación infrarroja, utilizando cámaras termográficas o de termovisión.

Este tipo de análisis está recomendado especialmente para los siguientes elementos o sistemas:

- ✓ Instalaciones eléctricas de alta y baja tensión
- ✓ Conexiones, bornes, transformadores y fusibles eléctricos
- ✓ Reductores de velocidad, frenos, embragues, rodamientos
- ✓ Hornos, calderos, intercambiadores de calor

Con el estudio termográfico de un elemento o sistema podemos conocer las pérdidas que se dan por la radiación térmica innecesaria, por lo tanto invertir en un aislamiento correcto para elevar la eficiencia energética.



Figura 2.2 Termografía de un Vehículo

Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Termografía>

2.3.3.1.3 Ultrasonido

Esta se define como un tipo de inspección no destructiva, basada en la impedancia acústica, es el estudio de las ondas de sonido de baja frecuencia producidas por los equipos las mismas que son imperceptibles para el oído humano.

Antiguamente se medían las variaciones en la intensidad de la energía acústica, empleando un emisor y un receptor se hacían viajar ondas sónicas en el material. Actualmente los equipos de ultrasonido funcionan como emisor y receptor al mismo tiempo y detectan todo tipo de discontinuidades superficiales dentro de un rango de frecuencia que oscila entre 120 KHz – 20 Mhz.⁴

2.3.3.1.4 Inspecciones Boroscópicas

Esta técnica consiste en una inspección visual en lugares donde el ojo humano no puede acceder con la ayuda de un equipo óptico llamado baroscopio o endoscopio.

⁴ “Ensayos No Destructivos - Ultrasonido,” accessed February 6, 2014, http://www.thermoequipos.com.ve/pdf/articulo_06.pdf.

El Boroscopio se compone de una fuente de iluminación a base de fibra óptica, además de un sistema de rotación. Todo esto nos ayuda en inspecciones en las cuales no disponemos del suficiente espacio físico para poder observar con claridad.⁵

2.3.4 MANTENIMIENTO OVERHAUL O CERO HORAS

Es el conjunto de tareas que tienen por objetivo revisar todos los componentes de los equipos con intervalos programados antes de que aparezcan las fallas. Consiste en dejar el equipo a Cero Horas de funcionamiento, es decir, reparar o sustituir los componentes necesarios para que quede como nuevo. Con esto se tiene una probabilidad alta de que el tiempo de funcionamiento, sin fallas, se prolongue de manera considerable.⁶

2.3.5 MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

Es un sistema de mantenimiento orientado a conseguir tres objetivos principales:

- ✓ Cero Accidentes
- ✓ Cero Defectos
- ✓ Cero Averías

Este sistema está enfocado a mantener el proceso de producción al 100%, tratando de conseguir con esto el aumento de la productividad.

2.3.5.1 Características

A continuación las características más significativas del TPM

⁵ “¿Qué Es Un Boroscopio?,” accessed April 30, 2013, <http://www.aireyespacio.com/2009/08/que-es-un-boroscopio.html>.

⁶ “MANTENIMIENTO INDUSTRIAL: OVERHAUL,” accessed February 12, 2014, <http://manteniaautomatico7.blogspot.com/p/overhaul.html>.

- ✓ Busca la participación de todo el personal, eliminando la creencia de que unos deben producir mientras otros deben reparar
- ✓ Estrategia global enfocada al procedimiento global de la planta y no solo a producir
- ✓ El mantenimiento se fundamenta en todos los conocimientos que el personal posee sobre los procesos
- ✓ El personal interviene de manera significativa en la operación, producción, cuidado y conservación de los equipos y recursos físicos

El método se enfoca en el factor humano de toda la empresa, planta, fábrica, asignando tareas de mantenimiento a ser realizadas en grupos pequeños. Los empleados deben estar capacitados para poder ocuparse de actividades básicas tales como limpieza de los equipos a su cargo, lubricación, ajustes de piezas, inspección y detección de cosas anormales en el funcionamiento de los equipos.⁷

A continuación en la Tabla 2.2 se pueden observar los pasos para este tipo de mantenimiento autónomo

⁷ LUIS JÁCOME, *INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO*, 2010.

Tabla 2.2 Pasos para el desarrollo del Mantenimiento Autónomo

PASO	TIPO DE ACTIVIDADES
LIMPIEZA INICIAL	Limpiar todo el polvo y basura del equipo, lubricar, ajustar piezas, detectar y reparar malos funcionamientos
MEDIDAS CONTRA LAS FUENTES DE AVERÍAS	Prevenir las causas de polvo, basura y desajustes, hacer más accesibles las partes más difíciles de limpiar y lubricar, reducir el tiempo requerido para la limpieza y la lubricación
FORMULACIÓN DE ESTÁNDARES DE LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN	Formular estándares para mantener la máquina limpia, lubricada y ajustada invirtiendo poco tiempo
VERIFICACIÓN GLOBAL	Entrenamiento en verificación a través de manuales; detectar y reparar defectos menores del equipo a través de chequeos globales
VERIFICACIÓN AUTÓNOMA	Formular e interpretar hojas de verificación autónoma
ORDEN Y ASEO	Estándares de elementos y sistemas para dirigir el mantenimiento:
	Estándares de limpieza, verificación y lubricación
	Estándares para la distribución física en los puestos de trabajo
	Estandarización de registros de datos
	Estandarización de montajes, útiles y herramientas
DIRECCIÓN DEL SISTEMA AUTÓNOMO	Desarrollar políticas corporativas y objetivos. Hacer rutinas para las actividades de mejora, análisis de funciones y mejora de los equipos

Fuente: JÁCOME Luis, INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO, Libro EPN, Septiembre 2010

Elaboración: Propia

Para poder implementar el TPM en la organización debemos considerar los siguientes procesos fundamentales, llamados pilares del mismo. A continuación en la Figura 2.3 el detalle de dichos pilares:



Figura 2.3 Pilares del TPM

Fuente: <http://www.pacofrio.com/mpt/Lecciontpm4.html>

2.3.5.2 Las 5 S's

Esta metodología fue introducida por los Japoneses, en el año 1960, por la empresa Toyota. Su nombre se deriva por la primera letra del nombre en japonés de sus cinco etapas.⁸

⁸ "5S," accessed May 2, 2013, <http://es.wikipedia.org/wiki/5S>.

2.3.5.2.1 Seiri (Clasificar)

Consiste en eliminar todo lo innecesario, para esto debemos evaluar cuales elementos, de nuestro puesto de trabajo, no son necesarios y están causando molestia.

2.3.5.2.2 Seiton (Organizar)

Una vez que hemos eliminado los elementos innecesarios en nuestro puesto de trabajo, los que hayan quedado debemos organizarlos para que estén listos cuando sean el momento de utilizarlos, es decir, cada cosa en su lugar.

2.3.5.2.3 Seiso (Limpiar)

Consiste en mantener limpio y ordenado nuestro lugar de trabajo, tanto los equipos que utilizamos como las personas con quienes trabajamos.

2.3.5.2.4 Seiketsu (Estandarizar)

Se trata de estandarizar los tres pasos anteriores, es decir, crear un hábito en el personal de trabajo para que siempre realicen los pasos anteriores.

2.3.5.2.5 Shitsuke (Disciplina)

Consiste en capacitar a todo el personal para que mantengan firmes todos los pasos anteriores en el desempeño de sus actividades, de modo que se mantenga la limpieza y el orden.

2.3.6 MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD (RCM)

El RCM o *Reliability Centered Maintenance* es una metodología que se basa en el análisis de los fallos de equipos, con el fin de evitar paros críticos durante la fase operativa, consiguiendo así una alta confiabilidad.

La no disponibilidad de máquinas y equipos tiene un fuerte impacto en la fase operativa por pérdidas en la producción, horas hombre improductivas, hasta la degradación y rotura de piezas.⁹

2.3.6.1 Características

- Considerar la fiabilidad inherente o propia del equipo
- Asegurar la continuidad en el desempeño de su función
- Mejorar el rendimiento
- Incrementar la fiabilidad
- Mejorar la calidad de la producción
- Tener en cuenta la condición operacional: dónde y cómo se está usando

2.3.6.2 Ventajas

- Garantiza el funcionamiento seguro y confiable de máquinas y/o equipos
- Satisface las normas de seguridad y medio ambiente
- Reducción de costos, directos e indirectos, porque mejora la calidad del mantenimiento
- Incentiva la relación entre distintas áreas de la empresa, creando un ambiente de compañerismo en el interior de la organización, especialmente entre las áreas de mantenimiento y producción

2.3.6.3 Desventajas

- Se necesita un amplio conocimiento acerca de la fiabilidad propia de cada equipo

⁹ Luis JÁCOME, *INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO*, 2010

- Demanda el conocimiento de normas, las cuales especifican las exigencias que debe cumplir un determinado proceso
- El personal de mantenimiento debe tener un amplio conocimiento sobre la funcionalidad de las máquinas y equipos
- Se necesita el apoyo de todo el personal de la empresa.¹⁰

2.4 INDICADORES DEL MANTENIMIENTO

Cuando se requiere implementar un sistema nuevo, de cualquier tipo, es necesario definir indicadores que cuantifiquen la eficiencia y la eficacia del mismo. De tal modo que un futuro se pueda evaluar objetivamente si es que se han conseguido los objetivos buscados en un inicio.

2.4.1 DISPONIBILIDAD

La disponibilidad es el principal indicador asociado con mantenimiento, ya que necesitamos que esta sea del 100% para que la producción también se de al máximo.

Esta se define como la probabilidad de que una máquina o sistema, esté preparada para realizar su trabajo durante un tiempo determinado sin paradas ni averías.

$$D = \frac{T_o}{T_o + T_F}$$

Ecuación 2.1

donde:

D: Disponibilidad

¹⁰ JORGE ARAUJO, *ELABORACIÓN DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA SECADORES DE AIRE Y COMPRESORES MARCA BOGE DISTRIBUIDOS POR LA EMPRESA ECUATORIANA TERMOVAL*, 2011.

To: Tiempo total de operación

TF: Tiempo total de parada

En los períodos de tiempo no se contemplan las paradas planificadas como por ejemplo:

- ✓ Convenios Laborales
- ✓ Mantenimientos Planificados
- ✓ Paradas de Producción

De igual manera podemos definir la disponibilidad por medio de los tiempos entre fallos y los tiempos medios de reparación de la siguiente manera:

$$D = \frac{TMEF}{TMEF + TMDR}$$

Ecuación 2.2

donde:

D: Disponibilidad

TMEF: Tiempo medio entre fallos

TMDR: Tiempo medio de reparación

2.4.2 FIABILIDAD

Fiabilidad es la probabilidad de que un equipo cumpla la función para la cual fue adquirido, bajo condiciones determinadas y en un tiempo específico.

2.4.3 MANTENIBILIDAD

La mantenibilidad es la probabilidad de que un equipo averiado sea restablecido a su condición óptima usando un período de tiempo determinado además de una cantidad de recursos específica.

2.4.4 EFICIENCIA

La Eficiencia General de los Equipos (OEE, Overall Equipment Effectiveness) es un indicador muy importante el cual resume tres subindicadores fundamentales para evaluar la producción.

$$OEE = Disponibilidad * Rendimiento * Calidad$$

Ecuación 2.3

2.4.4.1 Rendimiento

Rendimiento se define como la capacidad real a la cual trabaja un equipo frente a su capacidad nominal o real esperada.

$$Rendimiento = \frac{\text{Número total de unidades}}{\text{Tiempo de operación} - \text{Capacidad nominal}}$$

Ecuación 2.4

2.4.4.2 Calidad

Este indicador evalúa las pérdidas en la producción por piezas o productos defectuosos, ya sea que tengamos que desecharlos o a su vez reprocesarlos.¹¹

$$Calidad = \frac{\text{Número de unidades válidas}}{\text{Número total de unidades fabricadas}}$$

Ecuación 2.5

2.5 HERRAMIENTAS ASOCIADAS AL MANTENIMIENTO

2.5.1 DIAGRAMA DE PARETO

Es una herramienta estadística que nos ayuda a priorizar los problemas de forma que podamos analizar cuáles son sus causas.

¹¹ Vladimir QUILO, "Plan de Mantenimiento Preventivo Para Los Equipos de La Compañía San Antonio Services Ltd.," accessed October 4, 2012, <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/3979?mode=full>.

Este diagrama se muestra gráficamente el Principio de Pareto, el cual fue enunciado basándose en el conocimiento empírico. Pareto estudió la sociedad observando que había dos grupos: el primero denominado “Los Pocos de Mucho” y los “Muchos de Poco”, divididos en 80 y 20% respectivamente. El primer grupo es el 20% de personas que poseen el 80% de algo, y el segundo grupo son el 80% de personas que poseen el 20% de ese algo.¹²

Así el principio de Pareto puede ser aplicado a muchos áreas, como en este caso los fallos asociados a equipos o máquinas. De esta manera ordenando nuestros fallos en orden de ocurrencia, podemos identificar el 20% de las causas graves, que son las que provocan el 80% de los fallos generales.

En la Figura 2.4 podemos observar un ejemplo del Diagrama de Pareto aplicado al número de reclamos en una empresa de diseño gráfico.

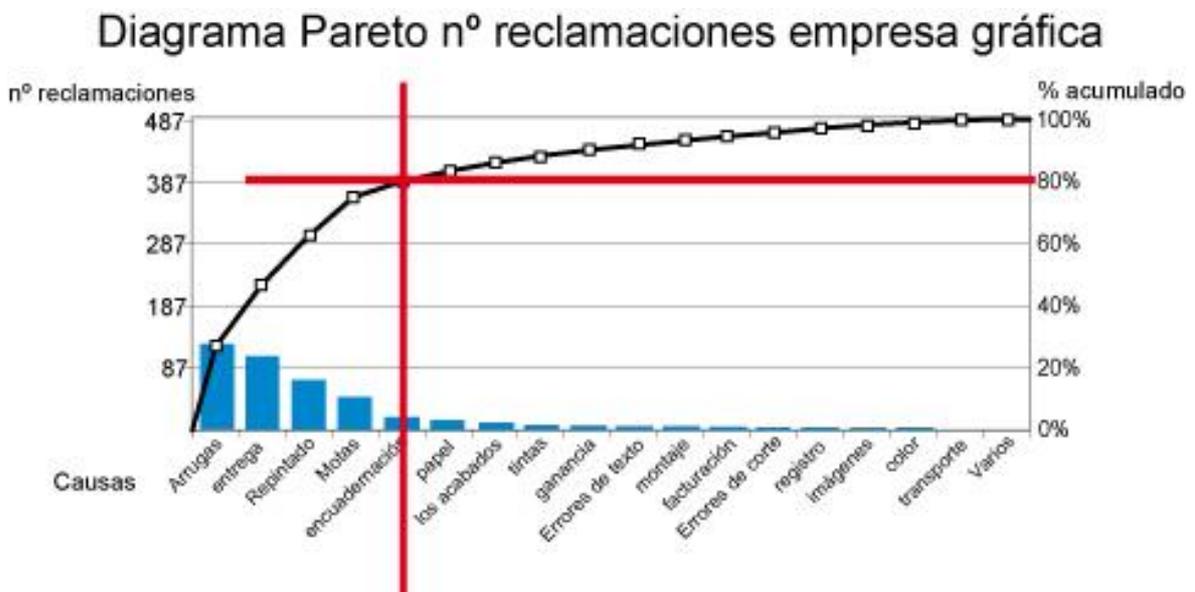


Figura 2.4 Diagrama de Pareto

Fuente: <http://qualitasaagg.wordpress.com/2010/01/19/las-siete-herramientas-de-la-calidad-diagramas-de-pareto/>

¹² Wikipedia, “Principio de Pareto - Wikipedia, La Enciclopedia Libre,” accessed June 27, 2013, http://es.wikipedia.org/wiki/Principio_de_Pareto.

De esta manera en la intersección de las líneas rojas se puede observar que el 80% de los reclamos pertenece mayoritariamente al 20% de las causas, entre las cuales están: arrugas, entrega, repintado, motas, encuadernación.

2.5.2 DIAGRAMA DE ISHIKAWA/CAUSA-EFECTO

Esta herramienta fue concebida por el Dr. Karou Ishikawa en el año 1943, su principal aplicación fue para la industria y los servicios también.

Este diagrama también se lo conoce con el nombre de Diagrama de Espina de Pescado; consiste en un eje horizontal el cual representa el problema que vamos analizar, luego en cada una de las ramas que se conectan al costado se coloca las causas principales para dicho problema.

En la Figura 2.5 podemos observar un ejemplo del Diagrama de Ishikawa

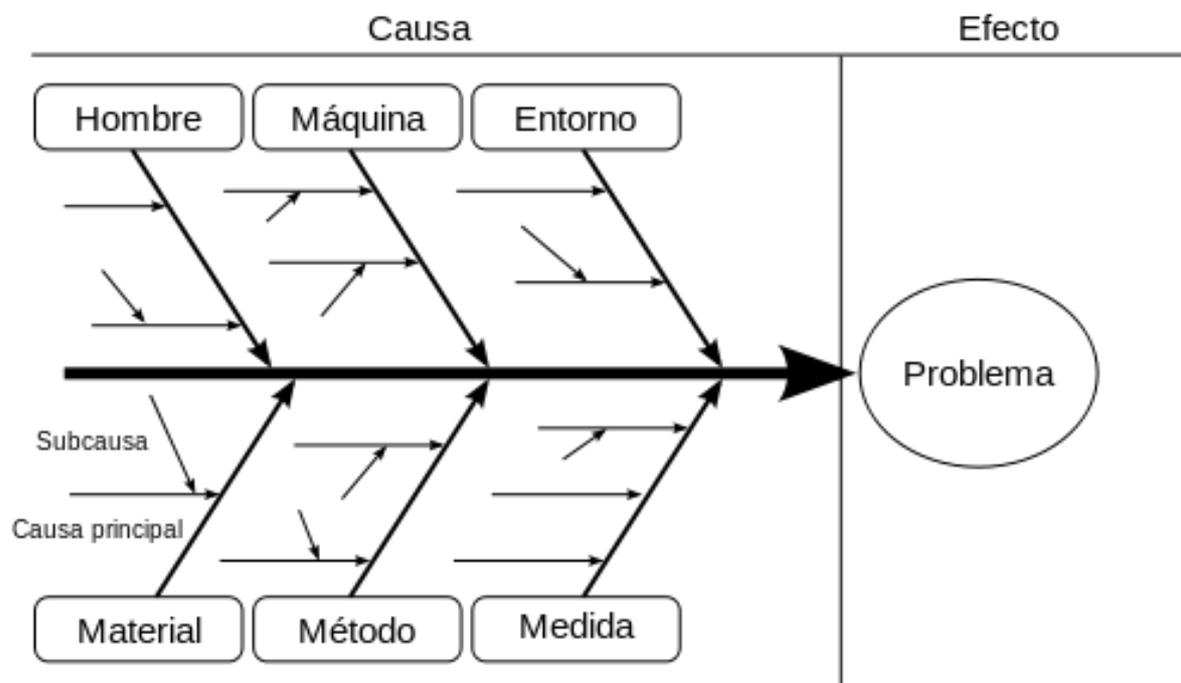


Figura 2.5 Diagrama de Causa y Efecto

Fuente: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Diagrama-general-de-causa-efecto.svg>

El objetivo principal del diagrama es analizar las principales causas de cierto problema para tomar acciones correctivas y de mejora.

2.5.3 ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS

Es un método estadístico dirigido a lograr el aseguramiento de la calidad mediante el análisis de todos los fallos posibles. Esto puede ser aplicado a todo tipo de procesos: manufactura, producción, servicios; en cada tipo de fallo se analiza tres aspectos:

- Gravedad
- Ocurrencia
- Detección

Con estos tres parámetros se calculará el Índice de Prioridad de Riesgo (IPR), para poder priorizar las causas principales y tomar medidas correctivas sobre las mismas.

2.5.3.1 Gravedad

Determina la severidad del efecto en el fallo potencial para el cliente o el producto, valora las consecuencias producidas a través del fallo, por lo tanto se puede medir con la insatisfacción del cliente o el costo de reparación tratándose de máquinas.¹³

En la Tabla 2.3 se muestra la clasificación de la gravedad según la repercusión al cliente final.

¹³ QUILO, "Plan de Mantenimiento Preventivo Para Los Equipos de La Compañía San Antonio Services Ltd."

Tabla 2.3 Clasificación de la Gravedad

GRAVEDAD	CRITERIO	VALOR
MUY BAJA REPERCUSIONES IMPERCEPTIBLES	No es razonable esperar que este fallo de pequeña importancia origine efecto real alguno sobre el rendimiento del sistema. Probablemente el cliente no se dará cuenta del fallo.	1
MUY BAJA REPERCUSIONES IRRELEVANTES APENAS IMPERCEPTIBLES	El tipo de fallo originaría un ligero inconveniente al cliente. Probablemente, éste observará un pequeño deterioro del rendimiento del sistema sin importancia, fácilmente subsanable.	2-3
MODERADA DEFECTOS DE RELATIVA IMPORTANCIA	El fallo produce cierto disgusto en insatisfacción en el cliente, éste observará deterioro en el rendimiento del sistema.	4-6
ALTA	El fallo puede ser crítico, por lo tanto el sistema puede verse inutilizado. Grado de insatisfacción elevado.	7-8
MUY ALTA	Modalidad de fallo potencial, muy crítico que afecta el funcionamiento, la seguridad del producto o las personas. Involucra incumplimiento de normas reglamentarias.	9-10

Fuente: Plan de Mantenimiento Preventivo SAN ANTONIO SERVICES; QUILO Vladimir, Tesis EPN, Julio 2011.

Elaboración: Propia.

2.5.3.2 Frecuencia

Frecuencia se define como una magnitud física que mide cuantas veces se repite un fenómeno específico en una unidad de tiempo.¹⁴

La evaluación de la frecuencia es utilizar la información disponible como datos históricos o estadísticos de las máquinas o procesos con los cuales se puede evaluar cuales son los fallos más comunes.

En la Tabla 2.4 se muestra la clasificación de la frecuencia junto con la probabilidad de ocurrencia.

¹⁴ Wikipedia, "Frecuencia - Wikipedia, La Enciclopedia Libre," *Frecuencia*, accessed July 6, 2013, <http://es.wikipedia.org/wiki/Frecuencia>.

Tabla 2.4 Clasificación de la Frecuencia

GRAVEDAD	CRITERIO	VALOR	PROBABILIDAD
MUY BAJA	Ningún fallo se asocia a procesos idénticos, o no se ha susitado en el pasado, pero es concebible	1	1/10000
BAJA	Fallos aislados en procesos similares o casi idénticos. Es poco probable que suceda.	2-3	1/5000-1/2000
MODERADA	Defecto que sucede ocasionalmente en procesos similares. Probablemente aparecerá en algunas ocasiones en la vida del sistema o equipo.	4-6	1/1000-1/200
ALTA	El fallo se ha presentado con cierta frecuencia en el pasado en procesos similares.	7-8	1/100
MUY ALTA	Fallo casi inevitable, la frecuencia del fallo es bastante alta.	9-10	1/20-1/10

Fuente: Plan de Mantenimiento Preventivo SAN ANTONIO SERVICES; QUILO Vladimir, Tesis EPN, Julio 2011.

Elaboración: Propia.

2.5.3.3 Detectabilidad

Detectabilidad se define como la probabilidad para que el fallo sea detectado antes de que produzca daños, por ende pérdidas. Por lo tanto cuanto la dificultad en detectar un fallo sea mayor, la detectabilidad también aumenta.

En la Tabla 2.5 se muestra la clasificación de la detectabilidad para los fallos.

Tabla 2.5 Clasificación de la Detectabilidad

GRAVEDAD	CRITERIO	VALOR	PROBABILIDAD
MUY ALTA	El defecto es demasiado obvio para no ser detectado por los controles respectivos.	1	1/10000
ALTA	El defecto es obvio pero podría pasar controles iniciales, aunque sería detectado en los posteriores	2-3	1/5000-1/2000
MODERADA	Defecto detectable pero es posible que no afecte el producto final, por ende al cliente	4-6	1/1000-1/200
BAJA	El defecto es muy difícil de detectar con los procedimientos de rutina, por lo que requiere de procesos más minuciosos	7-8	1/100
IMPROBABLE	El defecto no puede detectarse, aun cuando llegue al cliente final difícilmente será detectado.	9-10	1/20-1/10

Fuente: Plan de Mantenimiento Preventivo SAN ANTONIO SERVICES; QUILO Vladimir, Tesis EPN, Julio 2011.

Elaboración: Propia.

2.5.3.4 Índice de Prioridad de Riesgo (IPR)

El índice de prioridad de riesgo es un indicador numérico que se calcula en base a los tres factores explicados anteriormente, Gravedad (G), Frecuencia (F), Detectabilidad (D).

$$IPR = G * F * D$$

Ecuación 2.6

De aquí se tiene que la relación entre la gravedad y la frecuencia con sus respectivos indicadores G y F es directamente proporcional, es decir que si la gravedad aumenta, el valor de G también, de igual manera con F. Pero la relación entre la detectabilidad y D es inversamente proporcional, es decir si la detectabilidad es menor el indicador aumenta.

2.5.3.5 Tipos de AMFE

Existen dos tipos de AMFE según el tipo de ámbito al cual serán aplicadas:

- AMFE de Producto o Servicio: Sirve para la optimización en el diseño de cierto producto, o en el diseño para la prestación de un servicio.
- AMFE de Proceso: Se aplica netamente a procesos de fabricación, con el fin de asegurar la calidad desde la obtención de materia prima hasta el producto final.

2.5.3.6 Desarrollo de las Tablas AMFE

1. Identificación de los Componentes y Funciones

Ya sea desde el punto de vista de Servicio/Producto o Diseño se debe identificar los componentes a evaluar y la función que cumple cada uno.

Tabla 2.6 Identificación de Componentes AMFE - Ejemplo

PRODUCTO	COMPONENTES	FUNCIONES
GAFAS DE SOL	Estructura	Sostener los cristales
	Cristales	Disminuir la intensidad luminosa
	Patas	Sostener las gafas en su posición
	Bisagras	Proporcionar flexibilidad
	Tornillos	Sujetar las bisagras

Elaboración: Propia

Fuente:<http://www.jomaneliga.es/PDF/Administrativo/Calidad/AMFE.pd>

En la Tabla 2.6 se puede observar un ejemplo de los componentes realizado a base de unas gafas de sol.

2. Identificación del Modo de Fallo

Se debe identificar todos los fallos que puedan producirse con los componentes antes descritos.

Tabla 2.7 Modos de Fallo AMFE - Ejemplo

PRODUCTO	COMPONENTES	FUNCIONES	MODO DE FALLO
GAFAS DE SOL	Estructura	Sostener los cristales	Rotura
	Cristales	Disminuir la intensidad luminosa	Penetración de los rayos luminosos
	Patas	Sostener las gafas en su posición	Rigidez excesiva
	Bisagras	Proporcionar flexibilidad	Demasiada holgura
	Tornillos	Sujetar las bisagras	Pérdida

Elaboración: Propia

Fuente:<http://www.jomaneliga.es/PDF/Administrativo/Calidad/AMFE.pdf>

3. Determinación del efecto del fallo

Para cada modo de fallo se determina el efecto que causa en el producto o a su vez para el usuario.

Tabla 2.8 Efectos del Fallo AMFE - Ejemplo

PRODUCTO	COMPONENTES	FUNCIONES	MODO DE FALLO	EFECTO
GAFAS DE SOL	Estructura	Sostener los cristales	Rotura	Insatisfacción del cliente
	Cristales	Disminuir la intensidad luminosa	Penetración de los rayos luminosos	Mala visión
	Patas	Sostener las gafas en su posición	Rigidez excesiva	Incomodidad
	Bisagras	Proporcionar flexibilidad	Demasiada holgura	Incomodidad
	Tornillos	Sujetar las bisagras	Pérdida	Inutilización de las gafas

Elaboración: Propia

Fuente:<http://www.jomaneliga.es/PDF/Administrativo/Calidad/AMFE.pdf>

4. Identificación de las causas del fallo

Se determina las causas principales para cada uno de los fallos en los componentes. Este análisis es muy importante debido a que da la pauta para tomar acciones correctivas y de mejora.

Tabla 2.9 Causas del Fallo AMFE - Ejemplo

PRODUCTO	COMPONENTES	FUNCIONES	MODO DE FALLO	EFECTO	CAUSA
GAFAS DE SOL	Estructura	Sostener los cristales	Rotura	Insatisfacción del cliente	Tensión del material
	Cristales	Disminuir la intensidad luminosa	Penetración de los rayos luminosos	Mala visión	Tonalidad del Cristal inadecuada
	Patas	Sostener las gafas en su posición	Rigidez excesiva	Incomodidad	Material inadecuado
	Bisagras	Proporcionar flexibilidad	Demasiada holgura	Incomodidad	Tamaño
	Tornillos	Sujetar las bisagras	Pérdida	Inutilización de las gafas	Mal ajuste

Elaboración: Propia

Fuente:<http://www.jomaneliga.es/PDF/Administrativo/Calidad/AMFE.pdf>

5. Identificación de los controles actuales

Se debe identificar el tipo de control que se puede tener para detectar cada uno de los fallos tratando de anticipar su aparición.

6. Determinación de la gravedad del fallo

Se debe valorar la gravedad del fallo ocurrido de acuerdo a los parámetros de la Tabla 2.3.

7. Determinación de la frecuencia del fallo

Se debe valorar la frecuencia del fallo ocurrido de acuerdo a los parámetros de la Tabla 2.4.

8. Determinación de la detectabilidad del fallo

Se debe valorar la frecuencia del fallo ocurrido de acuerdo a los parámetros de la Tabla 2.5.

9. Determinación del Índice de Prioridad de Riesgo (IPR)

Se calcula el Índice de Prioridad de Riesgo de acuerdo a la Ecuación 2.6. Este número podrá oscilar entre 0 y 1000, en donde 1000 representa el mayor potencial de riesgo.

En la Tabla 2.10 se presenta el ejemplo completo sobre el desarrollo de las Tablas AMFE. En este ejemplo se puede observar que el potencial fallo en los tornillos de unas Gafas de sol es el mayor riesgo, debido a que si fallan por alguna razón imposibilitan el uso de las mismas, por esta razón el índice de prioridad de riesgo IPR tuvo el valor más elevado.

De esta manera las tablas AMFE nos ayudan en gran manera a priorizar los riesgos de fallo más importantes pudiendo tomar acciones correctivas y de mejora anticipando su aparición y posterior efecto.

2.5.3.7 Acción Correctiva

Son acciones de mejora que deben tomarse en el caso que el IPR encontrado tenga implicaciones elevadas de riesgo.

Cuando los resultados del IPR son menores los componentes implicados no necesitan ser intervenidos, caso contrario si el IPR es muy elevado hay que tomar acciones de mejora inmediatamente. A continuación los criterios para evaluar los resultados del IPR.

- IPR entre 50-80 el resultado es NORMAL
- IPR entre 81-100 el resultado es PREOCUPANTE
- IPR entre 101-119 el resultado es CRÍTICO
- IPR entre 120-140 el resultado es ALARMANTE
- IPR con valores mayores a 141 se requiere PARO INMEDIATO

Tabla 2.10 TABLA AMFE - Ejemplo

PRODUCTO	COMPONENTES	FUNCIONES	MODO DE FALLO	EFEECTO	CAUSA	CONTROL	G	F	D	IPR
GAFAS DE SOL	Estructura	Sostener los cristales	Rotura	Insatisfacción del cliente	Tensión del material	Ninguno	9	2	1	18
	Cristales	Disminuir la intensidad luminosa	Penetración de los rayos luminosos	Mala visión	Tonalidad del Cristal inadecuada	Inspección	1	2	5	10
	Patas	Sostener las gafas en su posición	Rigidez excesiva	Incomodidad	Material inadecuado	Inspección	3	2	1	6
	Bisagras	Proporcionar flexibilidad	Demasiada holgura	Incomodidad	Tamaño	Visual	4	3	1	12
	Tornillos	Sujetar las bisagras	Pérdida	Inutilización de las gafas	Mal ajuste	Visual	3	2	5	30

Elaboración: Propia

Fuente:<http://www.jomaneliga.es/PDF/Administrativo/Calidad/AMFE.pdf>

CAPÍTULO III

EQUIPOS MÉDICOS

Corpomédica comercializa equipos y dispositivos médicos, importados de diferentes lugares del mundo, y los comercializa a las distintas entidades de salud del país.

Dentro los productos comercializados por la empresa, a continuación una lista de las principales especialidades médicas con las que trabaja: Cuidado Crítico, Emergencia, Traumatología, Neurocirugía, Urología, Cirugía Cardiotorácica, Cirugía Vasculat, Cirugía Plástica, Cirugía General.

Para estas especialidades médicas Corpomédica dispone de dispositivos médicos y de equipos especializados para el cuidado antes, durante y posterior a una cirugía o tratamiento médico.

3.1 EQUIPOS COMERCIALIZADOS POR CORPOMÉDICA

En la Tabla 3.1 se describen los principales equipos comercializados por la empresa Copomedica Cia Ltda.

Tabla 3.1 Principales Equipos Comercializados por CORPOMÉDICA

EQUIPO	CODIFICACIÓN INTERNA	FABRICANTE	PROCEDENCIA
IRMA TRUPOINT	IT-555503-IRMA	ITC	USA
HEMOCHRON RESPONSE	IT-HRS	ITC	USA
WARMAIR	CI-86186	CINCINNATI SUB ZERO	USA
BLANKETROL	CI-86106	CINCINNATI SUB ZERO	USA
ELECTA	DI-75207	SORIN-DIDECO	ITALIA
VEINVIEWER FLEX	CH-134-002102-01	CHRISTIE MEDICAL	AUSTRIA/CHINA
VEINVIEWER VISION	CH-P01500	CHRISTIE MEDICAL	AUSTRIA/CHINA
EZONO 3000	EZ-001001	EZONO	ALEMANIA

Elaboración: Propia

Fuente: Corpomédica Cia Ltda

3.1.1 ANALIZADOR DE GASES Y QUÍMICA SANGUÍNEA IRMA TRUPOINT

Es un equipo utilizado para realizar pruebas de gases en la sangre, electrolitos y otros químicos.

En la Figura 3.1 se observan los principales componentes del equipo y sus accesorios.



Figura 3.1 IRMA TRUPOINT y sus componentes

Fuente: Corpomédica Cia Ltda

Este equipo realiza el análisis sanguíneo mediante la siguiente secuencia de pasos:

- Pulsar el botón " Análisis de Paciente ".
- Insertar el cartucho en la ranura.
- Comprobar los datos de lote y número de serie del cartucho, o a su vez leerlo con el lector de códigos (accesorio adicional).

- Mientras el equipo realiza la calibración del cartucho se puede ingresar la información del paciente.
- Insertar la muestra (0,5-2ml) levantando la tapa del cartucho, evitando que haya derrames de sangre.
- Pulsar el botón "Analizar"
- Imprimir los resultados
- Desechar el cartucho con la jeringuilla en una funda roja para desechos peligrosos.

3.1.1.1 Parámetro Analizados

El equipo IRMA TRUPOINT analiza muchos parámetros en la sangre, los cuales en una parte son medidos directamente por sensores especiales, pero otra parte son calculados en base a los medidos.

En la Figura 3.2 se observa en detalle todos los parámetros medidos y calculados en la sangre por los diferentes tipos de cartuchos.

Cartucho	Medido	Calculado
BG	pH, pCO ₂ , pO ₂	HCO ₃ ⁻ , TCO ₂ , BEb, BEecf, O ₂ Sat
CC	pH, pCO ₂ , pO ₂ , Hct, Na ⁺ , K ⁺ , iCa	HCO ₃ ⁻ , TCO ₂ , BEb, BEecf, O ₂ Sat, tHb, iCa(N)
H3	Hct, Na ⁺ , K ⁺ , iCa	tHb
H4	Hct, Na ⁺ , K ⁺ , Cl ⁻ , BUN/urea	tHb
GL	Glu, Na ⁺ , K ⁺ , Cl ⁻	
CR	Creatinine	

Figura 3.2 Tipos de Cartucho - Parámetros Medidos y Calculados

Fuente: Corpomédica Cia Ltda

Todos los parámetros antes descritos son medidos bajo ciertos rangos, y en unidades de medida específicas.

Medido	
pH	6.000 - 8.000 unidades de pH
pCO ₂	4,0 - 200,0 mmHg (0,53 - 26,66 kPa)
pO ₂	20,0 - 700,0 mmHg (2,67 - 93,33 kPa)
Hct	10,0 - 80,0 % (,100 - ,800 SI)
Na ⁺	80,0 - 200,0 (mM, mEq/L)
K ⁺	1,00 - 20,00 (mM, mEq/L)
iCa	0,20 - 5,00 mM (0,80 - 20,04 mg/dL; 0,40 - 10,00 mEq/L)
Cl ⁻	30,0 - 150,0 (mM, mEq/L)
BUN/urea	
BUN	3 - 150 mg/dL (1,1 - 53,5 mM)
Urea	6 - 321 mg/dL (1,1 - 53,4 mM)
Glu	20 - 500 mg/dL (1,1 - 27,8 mM)
Creatinine	0.2 - 12 mg/dL(18 - 1,061 μmol/L)
Calculado	
HCO ₃	0 - 99,9 mM
TCO ₂	0 - 99,9 mM
BEb	±99,9 mM
BEecf	±99,9 mM
O ₂ Sat	0 - 100 %
tHb	3,4 - 27,2 g/dL (2,1 - 16,9 mM)
iCa(N)	0,20 - 5,00 mM (0,80 - 20,04 mg/dL; 0,40 - 10,00 mEq/L)
*Nota: "mM" es la abreviatura de visualización del IRMA TRUpoint para "mmol/L".	

Figura 3.3 Rangos de Medición IRMA TRUPOINT

Fuente: Corpomédica Cia Ltda

3.1.1.2 Características Principales

- Tiempo de análisis de resultados menos de 2 minutos
- Menu comprensivo e interactivo
- Cartuchos descartables para un libre mantenimiento
- Químico calibrante para cada diferente cartucho
- Controles de calidad electrónicos
- Liviano y fácil de transportar
- Baterías recargables
- Impresora interna de papel térmico
- Pantalla táctil

3.1.2 EQUIPO PARA MEDIR TIEMPOS DE COAGULACIÓN HEMOCHRON RESPONSE

Equipo patentado para la detección de coagulos en una muestra de sangre. Utilizado en hemodiálisis, hemofiltración, ECMO, y procedimientos quirúrgicos en los que se coloquen anticoagulantes en el torrente sanguíneo del paciente.

En la Figura 3.4 se observa el equipo con sus accesorios:



Figura 3.4 Hemochron Response

Fuente: Corpomédica Cia Ltda

3.1.2.1 Características Principales

- Capacidad de examinación en dos pozos independientes.
- Portátil, funciona con corriente alterna AC o con batería
- Tamaño de muestra de 0,4 – 2cc.

3.1.2.2 Principio de Funcionamiento

Los tubos de ensayo tienen un imán en su interior para la detección de coágulos en la sangre.

Para hacer el análisis realizamos los siguientes pasos:

- Inserción de la muestra de sangre en el interior del tubo
- Leve agitación del tubo para mezclar la muestra con el reactivo interno del tubo.
- Insertar el tubo con la muestra dentro del pocillo

Una vez que la fibrina se forma en la sangre, el imán se desvía y empieza a girar junto con la sangre. En ese momento la alarma se dispara, desplegando el tiempo de coagulación.

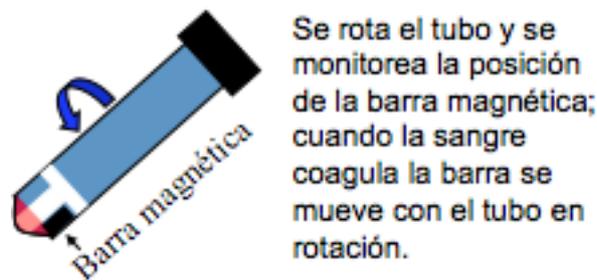


Figura 3.5 Detección del imán a la formación de coágulos

Fuente: Corpomédica Cia Ltda

3.1.2.3 Tipos de Tubos utilizados para diferentes especialidades

En la Figura 3.5 se indica los diferentes tipos de tubos que se puede utilizar dependiendo de la prueba que se va a realizar.

Tubo	Monitorea
HR/FTCA510 HR/FTK-ACT 	Heparina
P214 P215 (1 case of 950 P214) 	Niveles Bajos de Heparina
A103 (aPTT)	Niveles Bajos de Heparina
A104 (citrate aPTT)	Niveles Bajos de Heparina en muestras de citrato
A201 (PT)	Warfarina
A202 (citrate PT)	Warfarina en muestras de citrato

Figura 3.6 Tubos utilizados con equipo HEMOCHRON

Fuente: Corpomédica Cia Ltda

3.1.3 EQUIPO PARA HIPERTERMIA MEDIANTE CONVECCIÓN DE AIRE WARMAIR

Equipo utilizado en la Hipertermia de los pacientes durante los procedimientos quirúrgicos, esto ayuda a que la permanencia del paciente en la Unidad de Cuidados Intensivos sea por menos tiempo.

El equipo utiliza aire caliente, el cual es filtrado dos veces antes de ser distribuido por la manta, la misma que está en contacto con el paciente.



Figura 3.7 Equipo para Hipertermia WARMAIR

3.1.3.1 Características Principales

A continuación las características principales del equipo:

- Reduce el riesgo de hipotermia durante los procedimientos quirúrgicos
- Ayuda a la rápida recuperación del paciente para que su estadía en el hospital sea más corta.
- Es de fácil operación.
- Es silencioso al momento de trabajar
- Tiene cuatro niveles de temperatura
- Es compacto y fácil de transportar
- Alarmas de alta y baja temperatura
- Trabaja mediante los estándares de la norma UL 2601

3.1.3.2 Tipos de Mantas Utilizadas

En la Figura 3.8 se muestran los tipos de mantas que se pueden utilizar para los distintos tipos de pacientes, además para las diferentes especialidades hospitalarias.

FilteredFlo® Blankets			
243	Adult 92in x 50in (233.7cm x 127.0cm)		10/carton
443	Upper Body 88in x 30in (223.9cm x 76.2cm)		10/carton
442	Lower Body 53in x 40in (134.6cm x 101.6cm)		10/carton
344	Torso 43in x 40in (109.2cm x 101.6cm)		10/carton
244	Pediatric 56in x 40in (142.2cm x 101.6cm)		10/carton
246	Infant 24in x 37in (61cm x 94cm)		10/carton
542	Sterile Cardiac 72in x 50in (182.8cm x 127cm)		5/carton
145	Warming Tube 28in x 66in (71.1cm x 167.6cm)		25/carton

Figura 3.8 Tipo de Mantas de Aire

El diseño de las mantas ayuda a la distribución uniforme del aire caliente, además su material convectivo mantiene la temperatura uniforme del paciente en el area deseada.



Figura 3.9 Utilización del WARMAIR durante Procedimiento Quirúrgico

3.1.4 EQUIPO PARA HIPER/HIPOTERMIA BLANKETROL II

El equipo Blanketrol II es utilizado en el manejo de temperatura de los pacientes antes, durante y después de los procedimientos quirúrgicos; pero a diferencia del Warmair, este equipo tiene la posibilidad de hacer Hipertermia e Hipotermia.

El equipo hace circular agua fría o caliente, mediante una bomba centrífuga, hacia mantas plásticas diseñadas especialmente para que la temperatura del paciente sea controlada de la mejor manera.



Figura 3.10 Equipo para Hiper/Hipotermia BLANKETROL II

Fuente: CORPOMÉDICA CIA LTDA

3.1.4.1 Características Principales

- Utilizado en varias especialidades hospitalarias
- Fácil manejo y operación
- Habilidad para pre-condicionar la temperatura del agua antes de que circule por las mantas plásticas.
- Capacidad para operar con tres mantas en paralelo.
- Tres modos de operación: Manual, Automático, solo Monitor.
- Cajón incluido para almacenar accesorios

3.1.4.2 Accesorios

A continuación un resumen de los principales accesorios utilizados con el equipo.

3.1.4.2.1 MANTAS

3.1.4.2.1.1 *Maxi-Therm Lite*

Mantas de suave material diseñado para utilizar en contacto directo con el paciente. Su color blanco ayuda para visualizar cuando la manta ha sufrido derrames de sangre o impurezas; así podemos cambiarla de inmediato evitando focos infecciosos en áreas críticas.

Este tipo de manta viene en tres tamaños:

- Adulto (63.5cm x 162.6cm)
- Pediátrica (63.5cm x 83.8cm)
- Neonatal (31.8cm x 45.7cm)



Figura 3.11 Mantas Maxi-Therm Lite

Fuente: <http://www.cszmedical.com/Products/Hyper-Hypothermia/Maxi-Therm-Lite-Blankets.aspx>

3.1.4.2.1.2 Maxi-Therm

Mantas Plásticas más duraderas y resistentes que las Lite, su diseño de alto relieve permite que la distribución de temperatura sea uniforme, ya sea durante la hipertermia o la hipotermia, además puede ser llenada con agua aun si el paciente está acostado sobre ella.

Esta manta al igual que su modelo Lite son consideradas descartables, es decir, son utilizadas mientras el paciente se encuentra en Cirugía, o máximo mientras el paciente se encuentra en la Unidad de Cuidados Intensivos, lo cual varía entre 15 días hasta 3 meses.

Este tipo de manta viene en tres tamaños:

- Adulto (61cm x 152.4cm)
- Pediátrica (55.9cm x 76.2cm)
- Neonatal (30.5cm x 45.7cm)



Figura 3.12 Mantas Maxi-Therm

Fuente:<http://www.cszmedical.com/Products/Hyper-Hypothermia/Maxi-Therm.aspx>.

3.1.4.2.1.3 *Plastipad*

Este tipo de mantas está fabricado con un polímero bastante resistente el cual resiste las picaduras con agujas. Su diseño de alto relieve permite que la temperatura sea uniforme a lo largo de toda la superficie, además puede ser llenada con agua aun cuando el paciente esté acostado sobre ella. Su superficie es lisa para poder limpiar con facilidad los derrames de sangre, aceite, alcohol, y otro tipo de sustancias.

Debido a las características mencionadas anteriormente, este tipo de mantas se denominan reutilizables, es decir, están diseñadas para permanecer en uso indistintamente cual sea la estadía del paciente en el Hospital. A diferencia de las mantas anteriores estas vienen con las mangueras de entrada y salida incluidas.

A continuación sus tamaños:

- Adulto (61cm x 152.4cm)
- Pediátrica (55.9cm x 76.2cm)
- Neonatal (30.5cm x 45.7cm)



Figura 3.13 Mantas Plastipad

Fuente: <http://artmedical.net/artmedical/img/productos/203-plastipad.jpg>

3.1.4.2.1.4 Gelli-Roll

Este tipo de manta tiene un diseño muy parecido a las Plastipad con la diferencia que posee una capa de gel Akton®, el cual da un confort especial al paciente, además permite que la limpieza de la manta sea fácil.

El Gel Akton® es un polímero viscoelástico patentado por la Casa Comercial ACTION, este gel fue diseñado para su utilización en recubrimientos para mesas quirúrgicas así como para almohadillas especiales para su uso con los pacientes.¹⁵

Debido a su elaborado diseño y componentes poliméricos, el costo de estas mantas es más elevado que cualquiera de las anteriores, por tal razón su uso es muy limitado en los hospitales centros de salud.

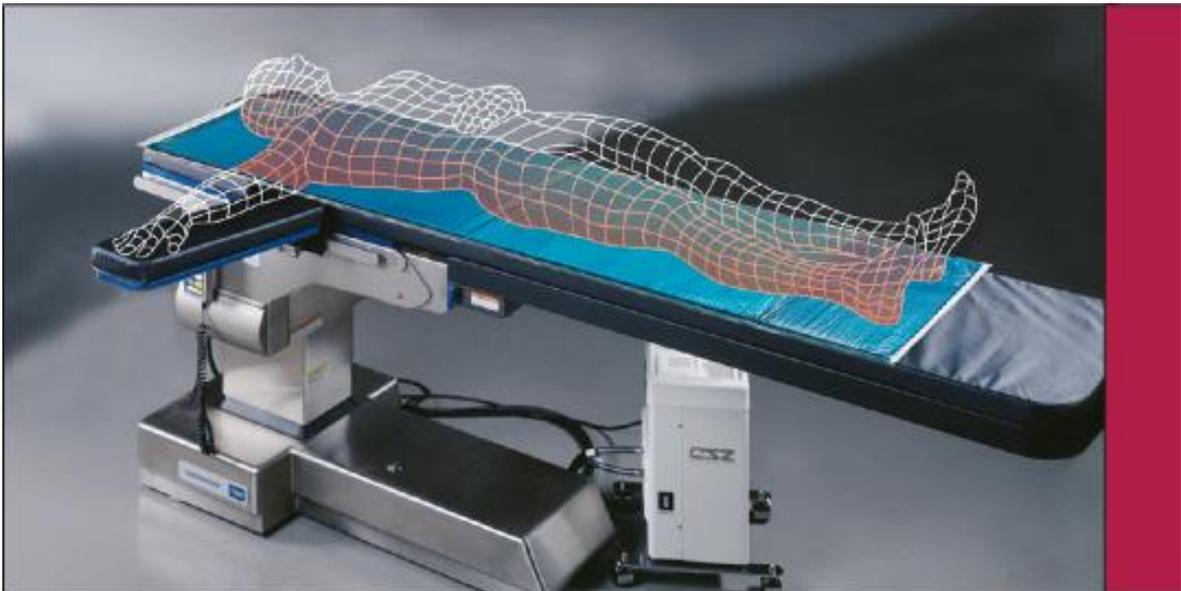


Figura 3.14 Manta Geli-Roll

Fuente:https://dlweb.dropbox.com/get/Cat%C3%A1logos/CSZ/Completo%20%281%29.pdf?w=AA AauBhfqsMDq0vgVzjAJ_rBcB052VomM1DG4xzea3iZvA

¹⁵“Action-OR-Catalog_SPA_LR.pdf,” accessed June 13, 2013, http://www.actionproducts.com/files/Action-OR-Catalog_SPA_LR.pdf.

Viene en tres tamaños:

- Adulto (186.7cm x 54.6cm x 1.6cm)
- Pediátrica (79.4cm x 60.3cm x 1.6cm)
- Neonatal (50.8cm x 33.1cm x 1.6cm)

3.1.4.2.2 MANGUERAS

Estas mangueras son utilizadas para que el agua circule desde el equipo hasta los distintos tipos de mantas y biceversa. Las mantas que necesitan estas mangueras son:

- Maxi-Therm Lite
- Maxi-Therm
- Geli-Roll

Tienen una línea de entrada de agua y la otra es para la salida, se las puede diferenciar por el tipo de acople, macho y hembra respectivamente.



Figura 3.15 Mangueras de agua

Vienen en tres tamaños:

- 9" Reusable
- 18" Reusable
- 27" Reusable

3.1.4.2.3 OTROS ACCESORIOS

Entre otros accesorios que se pueden usar con el equipo son los siguientes:

- Termómetro Rectal
- Termómetro Esofágico
- Sensor de Temperatura para Piel

3.1.5 MÁQUINA PARA AUTOTRANSFUSIÓN ELECTA CONCEPT

Para poder entender el principio de funcionamiento de este equipo primero hay que definir que significa Autotransfusión. Es la donación que el mismo paciente realiza antes de una operación programada. Todo esto se realiza bajo control médico, se le extrae la sangre la misma que será conservada y almacenada a 4C°, para poder cubrir con las necesidades del paciente dado el caso que haya mucho sangrado durante el procedimiento quirúrgico.¹⁶

La máquina Electa Concept fue diseñada por la fábrica italiana SORIN, con el objetivo de utilizar la sangre del paciente durante los procedimientos quirúrgicos, lavarla con solución salina mediante una bomba centrífuga y administrarla al paciente.

3.1.5.1 Características Principales

A continuación las principales características del equipo:

- Fácil armado y manejo.
- Utiliza un set descartable el cual previene los focos infecciosos durante y después de los procedimientos quirúrgicos.
- Modalidad de manejo automático
- Sensores de Hematocrito para asegurar que la calidad de la sangre es óptima.

¹⁶ Enciclopedia Libre Wikipedia, "Autotransfusión," accessed June 20, 2013, <http://es.wikipedia.org/wiki/Autotransfusi%C3%B3n>.

3.1.5.2 Ventajas de la Sangre Autóloga frente a la Homóloga

Se define como sangre homóloga aquella que proviene de los bancos de sangre y sangre autóloga la que proviene de los procedimientos de autotransfusión.

A continuación las ventajas y desventajas de cada tipo de sangre:

Tabla 3.2 Ventajas de la Sangre Autóloga sobre la Homóloga

DESVENTAJAS RELACIONADAS A LA SANGRE HOMÓLOGA	VENTAJAS RELACIONADAS A LA SANGRE AUTÓLOGA
Disponibilidad Limitada: Los bancos de sangre no siempre pueden dar abasto con toda la demanda de sangre que tienen	Disponibilidad Ilimitada: La máquina lava la misma sangre del paciente durante el procedimiento quirúrgico.
Focos Infecciosos: No siempre la sangre donada es 100% segura con el tema de enfermedades y riesgo de contagio.	Seguridad: Dado que la sangre es la misma del paciente no hay la posibilidad de infecciones o enfermedades.
Costos: Las pintas de sangre cada vez tienen un costo más elevado, y en una cirugía de alto sangrado esto podría significar un gasto significativo.	La relación Costo/Efectividad es muy baja, es decir, el costo de la máquina vs el beneficio que recibe el paciente es significativo.
Glóbulos Rojos Almacenados: Las pintas de sangre que se encuentran en los bancos de sangre, pasan almacenadas durante algún tiempo antes de ser utilizadas, y a pesar que las mantienen a bajas temperaturas son pintas almacenadas.	Los Glóbulos Rojos suministrados al paciente son frescos

Elaboración: Propia

Fuente:Corpomédica Cia Ltda

3.1.5.3 Principio de Funcionamiento

Una vez que el equipo está armado y el set descartable colocado en la posición adecuada, la sangre perdida por el paciente es aspirada del campo y anticoagulada, posteriormente filtrada y recolectada en el reservorio. Esta es entonces enviada a la campana por una bomba peristáltica. Los glóbulos rojos son concentrados en la campana y después lavados con las soluciones salinas para capacitarlos y mantenerlos disponibles para cuando se necesite reinfundirlos al paciente y elevar su nivel de hematocrito. Todos los elementos no deseados como la Hemoglobina Plasmática Libre FPH, anticoagulantes y factores activados de la coagulación son removidos en la fase de lavado y desechados en una funda especial.¹⁷

En la Figura 3.16 podemos observar los elementos del Set Descartable así como el proceso de autotransfusión.



Figura 3.16 Set Descartable - Proceso Autotransfusión

Fuente: Corpomédica Cia Ltda

La elección de la campana varía dependiendo del tipo de cirugía, ya que el sangrado del paciente depende de muchos factores:

¹⁷ "Electa Concept - Brochure," accessed June 20, 2013, https://dl-web.dropbox.com/get/Cat%C3%A1logos/SORIN/ELECTA/Brochure.pdf?w=AAC97P47M4BCEK0H0sWBWBwI5kAtcxsG1DP1GQ2N_Cenkg.

- Lugar de la incisión
- Tipo de Procedimiento Quirúrgico
- Órganos y tejidos involucrados

En la Figura 3.17 se puede observar los cuatro tipos de campana que se puede utilizar



CAMPANA	APLICACIONES IDEALES (basado en el volumen de la campana)
BT 55	Ortopédica, pediátrica, PRP/PPP, obstétricas
BT 125	Ortopédica, obstétrica, Bomba de interrupción cardiaca Mini bypass, PRP/PPP
BT 175	Bomba de estimulación e interrupción cardiaca, cirugía vascular y de trauma
BT 225	Bomba de estimulación cardiaca, cirugía vascular, emergencia, transplantes y traumatología

Figura 3.17 Tipo de Campana para Autotransfusión

Fuente: Corpomédica Cia Ltda

3.1.6 VISUALIZADOR DE VENAS VEINVIEWER – CHRISTIE

Los accesos vasculares son muy comunes en casi todos los servicios de hospitales y casas de salud, como por ejemplo:

- Hemodiálisis
- Cuidados Intensivos
- Quirófano

Los accesos vasculares ideales debe reunir al menos ciertos requisitos:

1. Permitir el abordaje seguro y continuado del sistema vascular
2. Proporcionar flujos suficientes para poder suministrar de manera eficiente

3. Carecer de complicaciones como por ejemplo: hemorragias, aneurismas, pseudoaneurismas, infecciones, trombosis.¹⁸

Debido a los puntos anteriores los accesos vasculares son complicados por naturaleza, más aun cuando se trata de infantes, pacientes obesos, pacientes con diabetes.

El equipo VeinViewer fue diseñado para lidiar con todo este tipo de problemas. Este equipo proyecta una luz infrarroja, sobre el paciente, la cual es absorbida por la hemoglobina de la sangre y reflejada en el tejido circundante, esto hace que en la piel se visualice una imagen de las venas en tiempo real.



Figura 3.18 Paciente con poca visibilidad vascular

Fuente: <http://www.futurefeeder.com/2006/05/veinviewer/>

3.1.6.1 Características

A continuación las características del equipo VeinViewer:

- Funciona al detectar la hemoglobina en la sangre.
- Puede ubicar válvulas y bifurcaciones en las venas con facilidad.
- Posee varios modos de visualización
- Tiene una profundidad de penetración de 10mm.

¹⁸ "Accesos Vasculares," accessed July 11, 2013, <http://www.fundacionfae.org/media/documentos/accesitXIV.pdf>.

3.1.6.2 Modos de Visualización

El equipo VeinViewer tiene varios modos de visualización para facilitar los accesos vasculares dependiendo de la diferente situación.

3.1.6.2.1 Modo Universal

En este modo se visualiza el fondo de color verde y las venas, bifurcaciones, válvulas de color negro. En la Figura 3.19 se puede observar un ejemplo

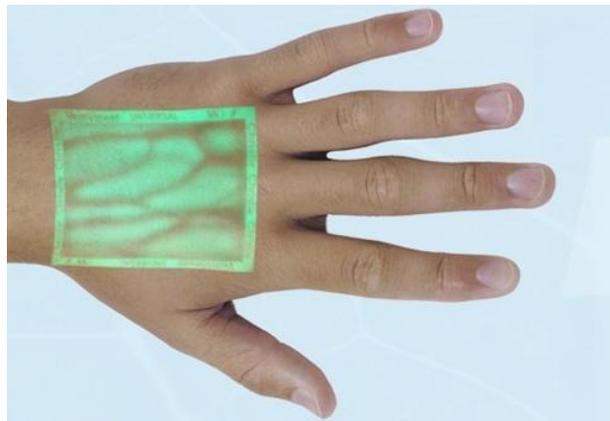


Figura 3.19 Modo Universal – Veinviewer

Fuente: Corpomédica Cia Ltda

3.1.6.2.2 Modo Invertido

Con este modo de visualización se invierte los colores, es decir, las venas se ven de color verde y el fondo de la imagen es de color negro.

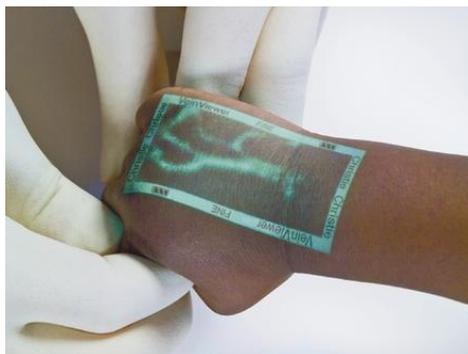


Figura 3.20 Modo Invertido – VeinViewer

Fuente:<http://www.kwkt.com/veinviewer-makes-veins-visible-mclane-children's-hospital>

3.1.6.2.3 Modo Cambio de Tamaño

Con esta opción se puede cambiar el tamaño de la ventana de visualización, esto puede ser muy útil al momento de trabajar con neonatos.



Figura 3.21 Modo Cambio de Tamaño – VeinViewer

Fuente:<http://www.christiedigital.com/en-us/medical/products/veinviewer-vision%28xtnd%29/pages/default.aspx>

3.1.6.2.4 Modo Máximo Brillo

Con este modo se potencializa la intensidad de la luz. Generalmente se utiliza en ambulancias.

3.1.6.2.5 Modo Fino

Con este modo se puede visualizar venas más finas y pequeñas.

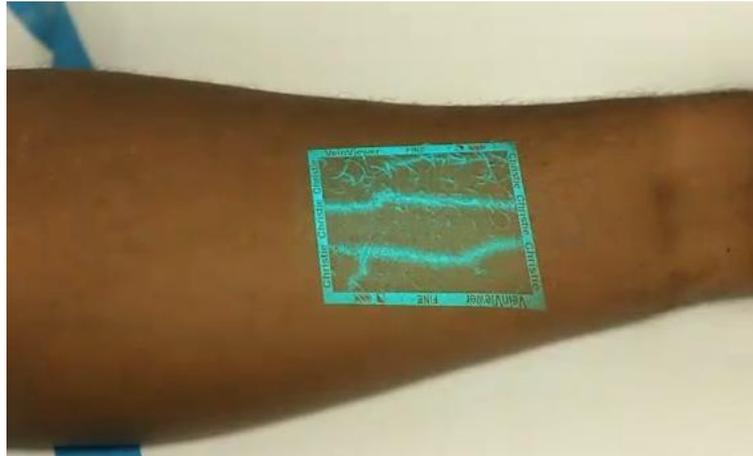


Figura 3.22 Modo Fino – VeinViewer

Fuente:<http://www.christiedigital.com/en-us/medical/products/veinviewer-vision%28xtnd%29/pages/default.aspx>

3.1.6.3 VeinViewer VISION

Este equipo se utiliza para servicios médicos donde hay gran cantidad de pacientes, por lo tanto el equipo debe trasladarse de lugar en lugar.



Figura 3.23 VeinViewer VISION

Fuente:<http://www.christiedigital.com/en-us/medical/products/veinviewer-vision-vascular-access/pages/default.aspx>

En la Tabla 3.3 se puede ver las características principales del equipo.

Tabla 3.3 Características VeinViewer VISION

CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN
Resolución	Precisión de visualización del 97% vs los ultrasonidos
Duración Batería	Aproximadamente 2,5-3 horas
Altura total	152.4 cm (60in)
Dimensiones de la Base	55.9 x 55.9cm (22x22in)
Extensión máxima del brazo	63.5cm (25in)
Peso	25kg (55lb)

Fuente: Corpomédica Cia Ltda

Elaboración: Propia

3.1.6.4 VeinViewer FLEX

Este equipo es mucho más pequeño y portátil que el VeinViewer VISION, por lo que es utilizado en consultorios privados y servicios hospitalarios donde se necesita transportar el equipo de un lado a otro.



Figura 3.24 VeinViewer FLEX

Fuente:<http://www.christiedigital.com/en-us/medical/products/veinviewer-vision-vascular-access/pages/default.aspx>

En la Tabla 3.4 se encuentran las características principales del equipo.

Tabla 3.4 Características VeinViewer FLEX

CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN
Profundidad de Visualización	Hasta 10mm
Brillo	6 lúmenes, hasta un máximo de 10 lúmenes
Resolución	Precisión de visualización del 97% vs los ultrasonidos, igual que el VeinViwer VISION
Duración Batería	Dos horas de uso continuo
Altura total	152.4 cm (60in)
Dimensiones Generales	29.21 x 3.81 x 9.65cm (11.5 x 1.5 x 3.8in)
Peso	0,73kg (1.6lb)

Fuente: Corpomédica Cia Ltda

Elaboración: Propia

3.1.7 ECÓGRAFO PORTÁTIL EZONO 3000

El eZono™ 3000 es un sistema portátil de ultrasonido para cubrir las necesidades de los anestesiólogos, médicos de cuidado crítico y emergencia. La característica principal del equipo son sus tutoriales sobre procedimientos llamados CUE CARDS, los cuales guían a los médicos paso a paso para realizar los distintos procedimientos.



Figura 3.25 eZono 3000

Fuente: <http://www.ezono.com/eng/select-your-language>

3.1.7.1 Características Principales

A continuación las características principales del equipo

- Menores costos comparados con la anestesia convencional.
- Menores complicaciones para el paciente.
- Menos tiempo en accesos vasculares y bloqueos.
- Mayores tasas de éxito comparadas con métodos de estimulación nerviosa tradicional.

3.1.7.2 CUE CARDS

Los CUE CARDS son los tutoriales interactivos que el equipo posee, los cuales buscan facilitar la interpretación de las imágenes ecográficas. A continuación los principales Cue Cards utilizados en anestesia regional:

- Interescalénico
- Supraclavicular
- Axilar
- Intercostal
- Femoral
- Proximal Ciática
- Distal Ciática

CAPÍTULO IV

PLAN DE MANTENIMIENTO

4.1 INTRODUCCIÓN

En la época actual es imprescindible una gestión eficiente del mantenimiento debido a que éste se ha convertido en un factor sumamente importante en la producción, y a su vez en la organización empresarial.

El Mantenimiento como un generador de valor se define como un centro de costos a efecto de los intereses de la empresa. Este costo se justifica si mejora el negocio a través de incrementar los servicios post venta de equipos además de generar contratos de mantenimiento preventivo a tiempo fijo.

4.2 GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO

La Gestión del Mantenimiento se define como los tiempos y recursos materiales para alcanzar los objetivos planteados por el Plan de Mantenimiento: eficiencia, confiabilidad, disponibilidad de equipos dando su servicio en las distintas aplicaciones.

4.2.1 MISIÓN DEL MANTENIMIENTO

La misión básica del area de mantenimiento es:

- Garantizar la disponibilidad ilimitada en lo que refiere a intalaciones y equipos.
- Preservar la inversión de capital.
- Asegurar que los procesos operen dentro de los controles estadísticos.

- Reparar o reemplazar la capacidad productiva agotada.¹⁹

4.2.2 CONCEPTOS DEL MANTENIMIENTO

- El mantenimiento debe ser considerado como un generador de valor económico en la empresa.
- El mantenimiento debe ser planificado, evitando la improvisación a toda costa.
- Debe calcularse los costes reales de operación para los mantenimientos programados.
- Debe existir un equipo de personas especializado para realizar las tareas de mantenimiento.
- Las acciones operativas en el mantenimiento no deben estar sujetas a urgencias a menos que la situación lo amerite.
- Los objetivos del mantenimiento deben medirse con indicadores de referencia para controlar y evaluar posibles mejoras par un futuro.

4.2.3 PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO

Una planificación adecuada del mantenimiento tiene como objetivo principal mejorar la eficiencia y productividad, obeitivos principales de una empresa. Por lo tanto es necesario instruirse en las normas, leyes y reglamentos que rigen el campo laboral como por ejemplo código de trabajo, reglamento interno, organigrma estructural.

Una de las primeras actividades que se debe realizar es recuperar los datos técnicos de las máquinas y equipos como: catálogos, manuales, reportes, etc. Además de información técnica como:

- Manuales de Servicio y Operación de las máquinas.
- Diagramas y planos (mecánicos, eléctricos, neumáticos).
- Información técnica tal como instalaciones de alcantarillado, agua potable, redes eléctricas, redes de telecomunicación, etc.

¹⁹ JÁCOME, *INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO*.

Todo este material debe ser codificado de manera adecuada y archivado. En caso de no encontrar la información técnica de máquinas se debe solicitar a fábrica que la envíen en forma física y digital.

4.3 DIAGNÓSTICO ACTUAL DE LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO DE CORPOMEDICA

4.3.1 INTRODUCCIÓN

Es muy importante conocer la situación actual de la empresa CORPOMEDICA con respecto al mantenimiento de los equipos comercializados. Con esto es viable la correcta gestión del mantenimiento.

Con la implementación del Plan de Mantenimiento se pretende solucionar los problemas con los equipos médicos además de gestionar el mantenimiento de los mismos de manera eficiente.

4.3.2 ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL

Para conocer el estado actual con el que se gestiona el mantenimiento en la empresa CORPOMEDICA se realiza un análisis de los principales aspectos que deben ser tomados en cuenta para evitar problemas con los equipos médicos propiedad de las instituciones de salud.

4.3.3 ORGANIZACIÓN

Debido a que no hay un Departamento de Ingeniería definido, hay varios problemas que afectan a la gestión del mantenimiento. A continuación los principales:

- No hay un registro de las actividades diarias de mantenimiento (bitácora de actividades) ejecutadas por el personal.
- No hay una planificación previa a los trabajos de mantenimiento.
- No hay registros históricos de las actividades de mantenimiento realizadas hasta la fecha.

4.3.4 REPUESTOS Y HERRAMIENTAS

Por la falta de registros históricos de mantenimiento es difícil tener un listado de los repuestos necesarios en stock para poder realizar las tareas de mantenimiento correctivo en el menor tiempo posible.

4.3.5 TIPO DE MANTENIMIENTO REALIZADO POR LA EMPRESA CORPOMEDICA

Actualmente CORPOMEDICA realiza solo trabajos de mantenimiento correctivo en los equipos médicos propiedad de sus clientes. Este tipo de mantenimiento inicia cuando el cliente notifica sobre el daño del equipo al asesor comercial de CORPOMEDICA. El asesor comercial notifica al Gerente de Comercio Exterior para que coordine el envío del equipo a fábrica y sea reparado.

4.3.6 DIAGNÓSTICO DEL TIPO DE MANTENIMIENTO

En base a todos los aspectos antes mencionados se determinó lo siguiente:

- No existe ningún tipo de planificación con respecto al mantenimiento por lo que cualquier tipo de acción es reactiva al momento que el equipo ha dejado de funcionar.
- Al no tener un plan de mantenimiento definido la empresa tiene que efectuar gastos muy elevados para enviar a reparar los equipos en las respectivas fábricas.
- Todas las actividades referentes a equipos médicos las ejecuta un asesor comercial, mientras que debería hacerlo personal técnico calificado.

- Además de la necesidad de personal técnico calificado es indispensable tener un coordinador del área de mantenimiento, que posea conocimientos en gestión de programas de mantenimiento

4.4 SELECCIÓN DE LA ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO A UTILIZARSE

Para poder seleccionar cual es la estrategia de mantenimiento más adecuada para Corpomédica Cia Ltda, se utilizará las matrices de priorización, evaluando los aspectos más relevantes con respecto al mantenimiento.

4.4.1 MATRIZ DE PRIORIZACIÓN

Esta herramienta nos permite ponderar los aspectos más importantes, comparándolos entre sí para después ordenarlos en orden de importancia. De esta manera podemos identificar cual es el factor más crítico.

La ponderación se realizará en base al siguiente criterio:

- Uno (1): Cuando el factor evaluado sea mayor en importancia.
- Cero-Cinco (0,5): Cuando tengan la misma importancia.
- Cero (0): Cuando el factor evaluado sea menor en importancia.

A continuación, la Matriz de Priorización sobre los aspectos más relevantes en el mantenimiento de equipos de diagnóstico o tratamiento médico.

Tabla 4.1 Matriz de Priorización

	ASPECTOS RELEVANTES	1	2	3	4	5	TOTAL
1	Costo de Mantenimiento	0,5	0	0	0	1	1,5
2	Tiempo de Ejecución	1	0,5	0	0	1	2,5
3	Fallos Imprevistos	1	1	0,5	0	1	3,5
4	Riesgo de Pérdidas Humanas	1	1	1	0,5	1	4,5

Fuente: Corpomédica Cia Ltda

Elaboración: Propia

En conclusión el aspecto más relevante cuando de equipos médicos se trata es el riesgo de pérdida de vidas humanas.

4.4.2 MATRIZ DE PERFIL COMPLETO

Es una herramienta mediante la cual se puede identificar cual es la estrategia de mantenimiento más adecuada para su aplicación en los equipos médicos del presente estudio.

Para elaborar esta matriz se seguirán los siguientes pasos:

- Sacar la sumatoria de los totales de la matriz de priorización.
- Dividir cada uno de los valores totales para la sumatoria, y colocar este valor en la columna de peso.
- Ponderar cada uno de los factores críticos en cada tipo de mantenimiento siendo uno lo más bajo y cinco el valor más alto.
- Sacar el Peso Ponderado multiplicando el peso por cada una de las calificaciones.
- Obtener la sumatoria de los pesos ponderados; el tipo de mantenimiento que obtenga el valor más alto es el adecuado.

A continuación la Matriz de Perfil Completo con los tipos de mantenimiento a evaluar.

Tabla 4.2 Matriz de Perfil Completo

FACTORES CRÍTICOS	Peso	TIPOS DE ANTENIMIENTO									
		Preventivo a tiempo fijo		Preventivo a tiempo variable		Correctivo		Mantenimiento Productivo Total		Mantenimiento Basado en la Condición	
		CC	PP	CC	PP	CC	PP	CC	PP	CC	PP
Costo de Mantenimiento	0,12	3	0,36	2	0,24	1	0,12	3	0,36	3	0,36
Tiempo de Ejecución	0,2	4	0,8	2	0,4	1	0,2	4	0,8	3	0,6
Fallos Imprevistos	0,28	3	0,84	3	0,84	1	0,28	3	0,84	2	0,56
Riesgo de Pérdidas Humanas	0,36	5	1,8	3	1,08	2	0,72	3	1,08	3	1,08
Carga de Trabajo	0,04	3	0,12	2	0,08	2	0,08	3	0,12	3	0,12
TOTAL	1		3,92		2,64		1,4		3,2		2,72

Fuente: Corpomélica Cia Ltda

Elaboración: Propia

donde:

- CC: Calificación
- PP: Peso Ponderado

Por lo tanto después de reaiar la matriz de priorización y de perfil completo, el tipo de mantenimiento más adecuado para los equipos comercializados por la empresa CORPOMEDICA es el MANTENIMIENTO PREVENTIVO A TIEMPO FIJO.

4.5 ACTIVIDADES A REALIZAR EN EL PLAN DE MANTENIMIENTO

4.5.1 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN IMPORTANTE PARA EL PLAN DE MANTENIMIENTO

Para una correcta planificación del mantenimiento es importante recopilar información de interés tal como:

- Manuales de Operación
- Manuales de Servicio
- Catálogos de piezas y partes
- Documentos técnicos

Dado que todos los equipos comercializados por Corpomedica son fabricados en el exterior hay que tomar en cuenta que las respectivas fábricas tienen sus políticas de confidencialidad.

4.5.2 EQUIPOS Y MÁQUINAS OBJETO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO

En la Tabla 3.1 se puede observar los equipos médicos que la empresa Corpomedica comercializa y con los que se realizará la implementación del presente plan de mantenimiento.

Al no tener un inventario definido de cuantos equipos se ha comercializado a las instituciones de salud del país, se procede a realizar el mismo, dando como resultado un total de 100 equipos.

El inventario de equipos comercializados se encuentra en la Tabla 4.3.

Tabla 4.3 Inventario de los equipos comercializados por Corpomedica

EQUIPO	TOTAL DE EQUIPOS
IRMA TRUPOINT	45
HEMOCHRON RESPONSE	14
WARMAIR	8
BLANKETROL	12
ELECTA	9
VEINVIEWER FLEX	8
VEINVIEWER VISION	2
EZONO 3000	2

Fuente: Corpomédica Cia Ltda

Elaboración: Propia

4.5.3 CODIFICACIÓN DE EQUIPOS

Para realizar la implementación del plan de mantenimiento es importante codificar los equipos, además esto permitirá tener una trazabilidad de los trabajos realizados en en cada uno.

El formato de codificación sugerido por la Gerencia de la empresa debe tener la siguiente información:

- Casa Comercial
- Nombre del Equipo
- Cliente al que pertenece
- Fecha en la que fue vendido

A continuación se presenta el formato de codificación que se utilizará en Corpomedica.

El código para cada equipo tendrá el siguiente formato:

XX-XX-XXXX-XXXX-XXXX

Los dos primeros dígitos corresponden a la Casa Comercial del equipo. En la Tabla 4.4 se puede observar los códigos.

Tabla 4.4 Codificación Casa Comercial

CASA COMERCIAL	CÓDIGO
ITC	IT
CINCINNATI SUB ZERO	CI
SORIN - DIDEKO	DI
CHRISTIE	CH
EZONO	EZ

Fuente: Corpoméica Cia Ltda

Elaboración: Propia

Los siguientes dígitos corresponden al nombre del equipo. En la Tabla 4.5 se encuentra la descripción de cada uno.

Tabla 4.5 Codificación Equipos

EQUIPO	CÓDIGO
IRMA TRUPOINT	IRM
HEMOCHRON RESPONSE	HEM
WARMAIR	WRA
BLANKETROL	BLK
ELECTA	ELC
VEINVIEWER FLEX	VVF
VEINVIEWER VISION	VVV
EZONO 3000	EZN

Fuente: Corpoméica Cia Ltda

Elaboración: Propia

El tercer grupo de dígitos corresponde al código de cada cliente el cual se encuentra ya asignado por el sistema contable de Corpoméica. En la lista principal de clientes.

Tabla 4.6 Principales Clientes Corpomedica

PRINCIPALES CLIENTES	CÓDIGO
CORPO & MEDICA	C0532
HOSPITAL HOMERO CASTANIER	C0280

CLINICA SANTA MARIANITA	C0006
CLINICA DE ESPECIALIDADES SANTA MARIA	C1052
HOSPITAL GENERAL ENRIQUE GARCES	C0151
CENTRO MEDICO QUIRURGICO PICHINCHA	C0160
HOSPITAL PEDIATRICO BACA ORTIZ	C0161
CLINICA INTERNACIONAL INTERSANITAS S.A	C0164
IESS HOSPITAL CARLOS ANDRADE MARIN	C0182
HOSPITAL GENERAL DE LAS FUERZAS ARMADAS	C0183
CLINICA DE ESPECIALIDADES SUR	C0461
CLINICA METROPOLITANA	C0630
CLINICA METROPOLITANA	C0630
SOLCA	C0175
JUNTA DE BENEFICENCIA DE GUAYAQUIL	C0176
JUNTA DE BENEFICENCIA DE GUAYAQUIL	C0177
HOSPITAL LUIS VERNAZA	C0179
HOSPITAL QUITO No. 1 DE LA POLICIA NACIONAL	C0150
HOSPITAL EUGENIO ESPEJO	C0152
CLINICA PASTEUR	C0156
HOSPITAL GIN.OBST.ISIDRO AYORA	C0159
HOSPITAL PABLO ARTURO SUAREZ	C0162
CLINICA EL BATAN	C0163
CLINICA SAN GABRIEL	C0165
CONCLINA C.A.	C0181
HOSPITAL VOZANDES	C0184
CLINICA SAN GREGORIO	C0224
CLINICA LA MERCED	C0240
CORPORACION MULTI GAMMA S.A.	C0617
IESS HOSPITAL DE PORTOVIEJO	C0657
CLINICA GRANADOS S.A. CLIGRASA	C1185
CLINICA INFES C.A	C0009
SINAI FARM	C0106
HOSPITAL PROVINCIAL GENERAL DOCENTE RIOB	C0536
HOSPITAL "DR RAFAEL RODRIGUEZ ZAMBRANO"	C0011
HOSPITAL PROVINCIAL DR.VERDI CEVALLOS BA	C0598
DRA. PILAR ESTRELLA	C0538
DR. MARCO VINICIO OCHOA	C0146
FESALUD S.A.	C0660
DR. BYRON VACA	C0670
DRA. ANDREA PAZMIÑO	C0751
MAYTEE LOPEZ	C0713
DR. ADOLFO RIOFRIO	C0924
DR. FABIAN DURAN	C1079
SERVICIOS MEDICOS SILUETICA S.A.	C0028
DR. GUSTAVO BEHR	C0754

DR. JUAN CARLOS VARGAS ALVARADO	C0759
DR. MARCELO ABAD MOSQUERA	C0864
NUCLEO DE SOLCA MACHALA	C0813
CLINICA DE LA MUJER	C0002
INSTITUTO DE LA NIÑEZ Y LA FAMILIA	C0880
IESS HOSPITAL REGIONAL JOSE CARRASCO A.	C0105
CORPORACION PENIEL	C0095
CLINICA STA. MARGARITA	C1164
AREA DE SALUD NRO.3 ZUMBA	C1180
CLINICA DEL SOL CIA. LTDA.	C0655

Fuente: Corpomédica Cia Ltda

Elaboración: Propia

El cuarto grupo de dígitos corresponde al mes y el año en el que fue vendido el equipo (mm-aa).

El quinto grupo de dígitos corresponde a un número secuencial el cual nos ayudará a contabilizar cuantos equipos se encuentran vendidos de cada casa comercial. A continuación un ejemplo de la codificación:

IT-IRM-C0181-0110-0020

La interpretación de este código sería un equipo IRMA TRUPOINT – ITC venido al Hospital Carlos Andrade Marín en Enero del 2010 y es el equipo #20 vendido.

4.5.4 GESTIÓN DE DOCUMENTOS

La empresa Corpomédica certificó ISO 9001:2008 en el año 2011, por lo tanto toda la documentación de la empresa se rige por un sistema de codificación específico y definido.

4.5.4.1 OBJETIVO

Establecer la metodología para asegurar la elaboración, revisión, aprobación, actualización, control y disponibilidad de los documentos vigentes para los

usuarios, almacenamiento y uso apropiado de los documentos del Sistema de Gestión de Calidad, tanto internos como externos.

4.5.4.2 DEFINICIONES

A continuación las definiciones que se usarán en el la elaboración de documentos y registros.

- **DATOS:** Toda información contenida en los registros.
- **INFORMACIÓN:** Datos que poseen significado.
- **DOCUMENTO:** Información y su medio de transporte.
- **DOCUMENTO INTERNO:** Documentos generados en la organización tales como Diagramas, procedimientos, instructivos, caracterizaciones de procesos, manuales, etc.
- **DOCUMENTOS EXTERNOS:** Originado en fuentes externas a la organización como reglamentos, estatutos, normas, códigos.
- **MANUAL DE CALIDAD:** Documento que especifica el Sistema de Gestión de Calidad de una organización.
- **PROCEDIMIENTO:** Método documentado que describe las actividades de los procesos mediante un texto, diagramas de flujo o su combinación, donde se describe que se hace, quien lo hace, por qué lo hace, cuando y dónde. Puede establecerse controles de las actividades, recursos y/o documentos que se necesitan.
- **INSTRUCTIVO DE TRABAJO:** Método documentado que describe en detalle, como se hacen las actividades descritas en los procedimientos.
- **FORMATOS/FORMULARIOS/PLANTILLA:** Son documentos que se mantienen para registrar los datos que demuestran el cumplimiento de los requisitos del Sistema de Gestión de Calidad.
- **REGISTRO:** Documento que presenta resultados obtenidos o proporciona evidencia de actividades desempeñadas. Es un Formato/Formulario o Plantilla lleno.
- **ESPECIFICACIÓN:** Son documentos que establecen requisitos.

- TIPO DE ARCHIVO: Es el medio donde se almacenan los documentos. Pueden presentarse en la siguiente manera: Físico (Carpetas, documentos impresos) o Magnético (CD's, Discos Duros, Hardware).
- DOCUMENTOS CONTROLADOS: Son documentos distribuidos según lista de distribución, con el objetivo de que siempre se manejen las versiones más actualizadas.

4.5.4.3 RESPONSABILIDAD Y AUTORIDAD

Responsable del Proceso

- Solicitar creación del documento nuevo o modificación de uno existente.
- Realizar el borrador del documento nuevo o corrección del documento existente.
- Difundir los documentos generados o los cambios en los documentos existentes, a los involucrados.

Representante de la Dirección

- Aprobar los documentos revisados y/o elaborados por los responsables del proceso.
- Distribuir la documentación física y magnética del Sistema de Gestión, en caso que sea necesario, debido a que actualmente todo se maneja vía Intranet.
- Mantener actualizada la documentación del Sistema de Gestión de Calidad.
- Asegurar que las versiones actualizadas de los documentos estén disponibles en los puntos de uso.
- Controlar los documentos obsoletos para evitar el uso no intencionado de versiones anteriores, si están impresas.
- Asegurar que se identifiquen los documentos externos y se controle su distribución.
- Mantener actualizada las Listas Maestras de Documentos Internos, Externos y Registros.

4.5.4.4 CONTROL DE DOCUMENTOS INTERNOS

4.5.4.4.1 Difusión del Documento

El responsable del proceso, lo difunde a las personas que se encuentran bajo su cargo.

4.5.4.4.2 Formato del Procedimiento

Se describirá la manera de rotular e identificar los documentos. El Encabezado (no aplica para presentaciones ni matrices de productos) y el Pie de Página (solo en la última página, no aplica para presentaciones ni matrices de producto).

El encabezado deberá contener el nombre del documento, código del documento y versión. En la Figura 4.1 un ejemplo de la estructura.

	NOMBRE DEL DOCUMENTO	FECHA: 0X-0X-2011
		VERSIÓN: XX
	CÓDIGO: XX-XX-XX	PÁGINA: X de X

Figura 4.1 Estructura Encabezado Documentos

Fuente: Corpomédica Cia Ltda

Elaboración: Corpomédica Cia Ltda

En la Figura 4.2 un ejemplo de la estructura del Pie de Página

ELABORADO POR:	REVISADO POR	APROBADO POR:
Nombre: _____	Nombre: _____	Nombre: _____
Cargo: _____	Cargo: _____	Cargo: _____

Figura 4.2 Estructura Pie de Página Documentos

Fuente: Corpomédica Cia Ltda

Elaboración: Corpomédica Cia Ltda

4.5.4.4.3 Codificación de Documentos

El código de un documento se compone de las siglas definidas para el tipo de documento (TP), a continuación se coloca la codificación definida para el Proceso (P) y luego el número secuencial del procedimiento dentro del proceso, de la siguiente forma:

TD-P-##

Tabla 4.7 Codificación de Documentos

CODIGO DE TIPO DE DOCUMENTO	
TIPO DE DOCUMENTO	TD
Manual	MA
Procedimiento	PR
Instructivo	IT
Caracterizaciones de Procesos	CP
Registros	RE
Política de Calidad	DO
Especificación	
Matriz	
Plan de Calidad	
Política de Calidad	
Documentos	

Fuente: Corpomédica Cia Ltda

Elaboración: Propia

Tabla 4.8 Codificación de Procesos

CÓDIGO DE PROCESO		
TIPO DE PROCESO	PROCESO	Código
Gerenciales	Gestión Gerencial	GG
De la cadena de Valor	Comercio exterior	CE
	Gestión comercial y operaciones	GCO
	Gestión de Ingeniería	GI

De apoyo	Gestión Administrativa Financiera	GAF
	Gestión Talento Humano	GTH
	Almacenamiento y Despachos	AD
	Gestión de Calidad	GC

Fuente: Corpomédica Cía Ltda

Elaboración: Propia

4.5.4.5 CONTROL DE DOCUMENTOS EXTERNOS

El control de documentos externos de la Organización se realiza a través de la Lista Maestra de Documentos Externos, en el sistema Isotech.

En el caso de material informativo (presentaciones, catálogos, trípticos, estudios); están disponibles en Dropbox y es el Coordinador de Marketing quien administra esta documentación y garantiza que el material distribuido (incluso impreso si se requiere) corresponda a la última versión vigente. Se maneja una biblioteca de consulta en la cual se mantiene material impreso vigente y/o histórico.

La custodia, actualización, clasificación de vigencia y administración de los certificados remitidos por los proveedores es responsabilidad de la Asistente de Procesos.

4.5.5 ELABORACIÓN DEL LIBRO DE REGISTRO DE MANTENIMIENTO

Este documento también es conocido como *LIBRO DE BITÁCORA* y se utiliza como un registro de todas las actividades realizadas por el personal de mantenimiento.

La información que debemos recopilar en el Libro de Bitácora es la siguiente:

- Fecha que se realiza el trabajo
- Hora de Inicio
- Hora de Finalización
- Máquina a la que se realiza el trabajo
- Falla, Procedimiento de detección
- Solución/Procedimiento

- Repuestos y materiales utilizados
- Firmas de responsabilidad

En la Tabla 4.9 se puede observar en detalle el formato del Libro de Bitácora.

Tabla 4.9 Libro de Bitácora

LIBRO DE BITÁCORA CORPOMEDICA CIA LTDA							
CLIENTE/AREA		INICIO	FECHA	HORA	FIN	FECHA	HORA
CIUDAD							
EQUIPO							
NÚMERO DE SERIE							
CÓDIGO							
FALLA							
TIPO							
DIAGNÓSTICO:							
SOLUCIÓN							
PROCEDIMIENTO DE SOLUCIÓN:							
HERRAMIENTAS	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	OBSERVACIONES				
REPUESTOS/MATERIALES	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	OBSERVACIONES				
PERSONAL							
PERSONAL DE MANTENIMIENTO	NOMBRE	FIRMA					
REVISADO POR							
OBSERVACIONES:							

Elaboración: Propia

4.5.6 PERSONAL INVOLUCRADO

La empresa Ecuatoriana Corpomédica a raíz de su certificación ISO 9001:2008 en el año 2011 determina que el manejo de los equipos se está llevando de manera incorrecta por lo que contrata a una persona para que trabaje en el mantenimiento de los mismos.

A la persona contratada se le otorga el cargo de Asistente Técnico, en la Figura 4.3 se observa la ficha del cargo.

Título del Cargo: Asistente Técnico	
Proceso: GCO	Sub proceso: N/A
Jefe Inmediato: Gerente Ventas	Supervisa a: N/A
Misión: Soporte técnico de equipos médicos y equipos de computación a nivel nacional	
Organigrama:  <pre>graph TD; A[GERENTE VENTAS] --> B[ASISTENTE TECNICO];</pre>	

Figura 4.3 Ficha del Asistente Técnico

Fuente: Corpomédica Cia Ltda

Elaboración: Corpomédica Cia Ltda

4.5.6.1 RESPONSABILIDADES PRINCIPALES

- Mantenimiento Preventivo y Correvtivo de equipos médicos tanto de la empresa como de los clientes.
- Elaboración y seguimiento del Plan de Mantenimiento de los equipos de los clientes.
- Correcto manejo e inventario de los equipos de medición.
- Archivo de manuales operativos y técnicos de cada equipo.
- Solicitud de información técnica, operativa y documental al proveedor.
- Manejo de repuestos necesarios para cada equipo.
- Asistencia Técnica en cirugías cuando sea necesario.
- Capacitación y asesoramiento técnico a los clientes.

4.5.6.2 COMPETENCIAS DEL CARGO

Educación Formal: Estudios universitarios mínimo egresado en Ingeniería Mecánica.

Idiomas: Castellano e Inglés avanzado.

Experiencia: 1 año en posiciones similares.

Habilidades:

- Hablado, grado medio.
- Monitoreo y Control, grado alto
- Planificación, grado alto.
- Trabajo en Equipo, grado medio.
- Idiomas, grado alto.

En el año 2014 se decide crear el cargo Gerente de Ingeniería para independizar todo el trabajo del departamento del Area Comercial.

4.5.7 CREACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA

Debido a que el cargo de asistente técnico con todas sus funciones y responsabilidades están bajo la Gestión Comercial de la empresa, surge la necesidad de independizar el área.

Por lo tanto se definen tres procesos en los cuales se resume el trabajo y las actividades en las que participa el personal del Departamento de Ingeniería.

4.5.7.1 PROCEDIMIENTO EQUIPOS DE VENTA

4.5.7.1.1 Objetivos

- Proporcionar las instrucciones para inspeccionar la funcionalidad de los equipos que ingresan a la empresa.
- Dar soporte técnico al cliente externo.
- Efectuar los mantenimientos preventivos durante el tiempo de garantía.

4.5.7.1.2 Alcance

El presente instructivo es de aplicación para el proceso de VENTA DE EQUIPOS MÉDICOS desde el momento que ingresan a las instalaciones de Corpomédica hasta que el equipo alcanza su vida útil.

4.5.7.1.3 Definiciones

A continuación las definiciones más importantes para la entera comprensión del instructivo:

- **Puesta a Punto:** Este término se refiere a la revisión física y funcional del equipo, la misma que abreviaremos con las siglas PAP.
- **Cronograma de Mantenimiento:** Son las fechas en las cuales se realizarán los Mantenimientos Preventivos a los equipos.
- **Contrato de Mantenimiento:** Es el servicio de mantenimiento post garantía, el cual tiene un costo anual para el cliente externo.

4.5.7.1.4 Responsabilidades y Autoridad

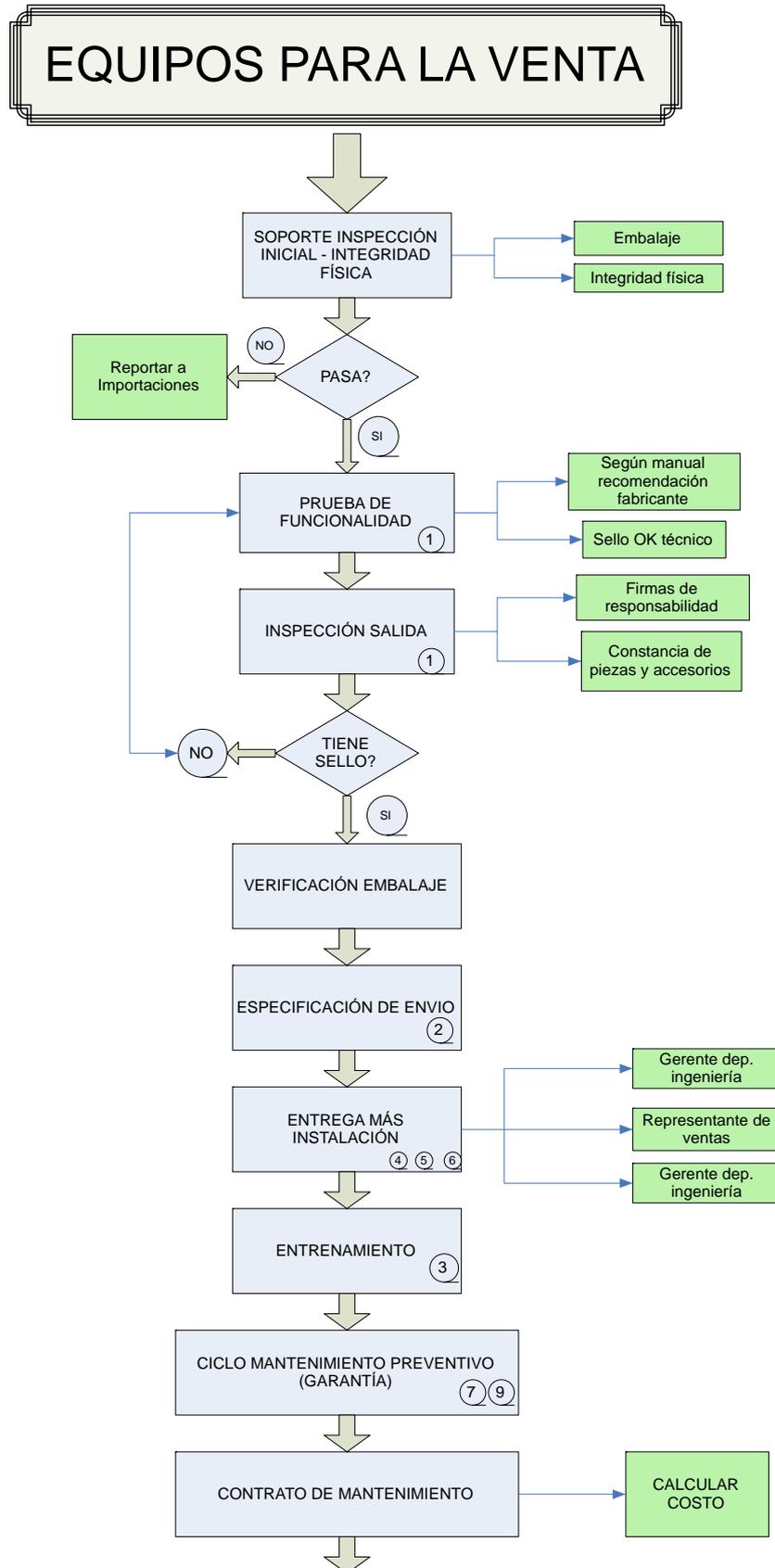
En la Tabla 4.10 se describirá brevemente las funciones y responsabilidades que tiene el personal del Departamento de Ingeniería con respecto al presente procedimiento.

Tabla 4.10 Responsabilidades Personal Dep Ingeniería – Equipos de Venta

	GERENTE DE INGENIERÍA	ASISTENTE TÉCNICO
1	Supervisión en la Inspección de Llegada de los equipos	Apoyo en la Inspección Inicial de Llegada de los equipos
2	Supervisar y ejecutar las pruebas de funcionalidad, Puesta a Punto	Ejecutar las pruebas de funcionalidad, Puesta a Punto
3	Entrega más instalación del equipo donde el cliente, junto con los documentos respectivos tales como garantía técnica, cronograma de mantenimiento	Apoyo en la entrega de equipos
4	Realizar los Mantenimientos Preventivos por Garantía	Agendar y programar las visitas a los distintos clientes
5	Promocionar los Contratos de Mantenimiento	Dar seguimiento vía telefónica

Elaboración: Propia

4.5.7.1.5 Diagrama de Flujo



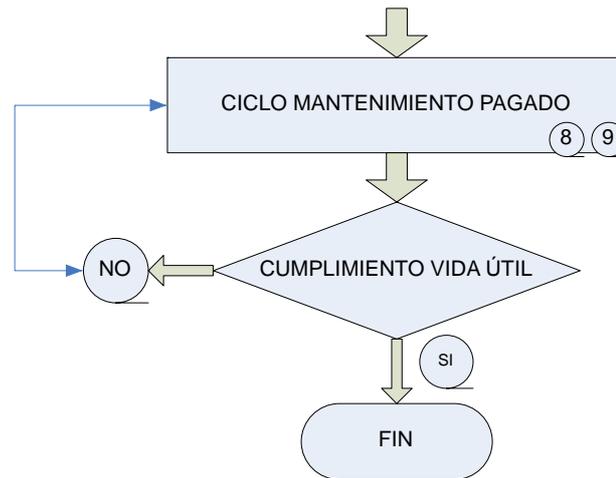


Figura 4.4 Diagrama de Flujo - Equipos para la Venta

1. Puesta a Punto
2. Cronograma de Mantenimiento
3. Garantía Técnica
4. Contrato de Mantenimiento
5. Resporte de Visita a Equipos

4.5.7.1.6 Procedimientos

4.5.7.1.6.1 Soporte en Inspección de Llegada

Al momento de llegada de los equipos a las instalaciones de Corpomedica Cia Ltda, el Departamento de Ingeniería es responsable de verificar la integridad física de los equipos así como su funcionalidad mediante una prueba rápida.

4.5.7.1.6.2 Pruebas de Funcionalidad

Al equipo ingresado en la bodega de venta, se le realiza pruebas de funcionalidad para determinar su correcto funcionamiento. Estas pruebas no aplican a todos los equipos, únicamente para aquellos que el fabricante proporcione el procedimiento específico.

4.5.7.1.6.3 Puesta a Punto

Una vez realizadas las pruebas de funcionalidad con el equipo, se preparan todos sus accesorios así como los elementos descartables que necesita para su correcto funcionamiento; de esta manera el equipo está listo para la venta.

En esta etapa se llenan los formularios interno y externo, los mismos que se encuentran codificados de acuerdo a cada equipo en particular. Estos registros tienen la finalidad de seguir la trazabilidad de los equipos.

Registro Interno: Se lo maneja con el cliente interno a fin de recopilar la siguiente información:

- Nombre de la persona que inspecciona el equipo, lugar y fecha de inspección.
- Número de serie del equipo.
- Lugar de salida y llegada.
- Persona que solicita el equipo, y el motivo.
- Condiciones de embalaje.
- Accesorios que se envían con el equipo.
- Fecha de entrega.
- Firmas de responsabilidad.

En el ANEXO 2 se puede observar una muestra del registro interno con sus respectivos campos.

Registro Externo: Se lo maneja con el cliente externo con la finalidad de recopilar la siguiente información:

- Nombre de la persona que inspecciona el equipo, lugar y fecha de inspección.
- Número de Serie.
- Lugar de Salida y llegada.
- Accesorios que se envían con el equipo.
- Fecha de entrega.
- Firmas de responsabilidad.

En el ANEXO 3 se puede observar una muestra del registro interno con sus respectivos campos.

El procedimiento antes descrito se hace con la finalidad de garantizar que el cliente recibe un equipo en óptimas condiciones.

4.5.7.1.6.4 Entrega e Instalación

El cliente externo proporciona una fecha y hora específica para la entrega del equipo en sus instalaciones. El Departamento de Operaciones coordina el embalaje y transporte del mismo al lugar de entrega.

Con la entrega del equipo se adjuntan los siguientes documentos:

- Cronograma de Mantenimiento
- Garantía Técnica

4.5.7.1.6.5 Mantenimiento Preventivo

Dentro del período de garantía, se programan 3 o 4 visitas, según el tipo de equipo, para realizar el mantenimiento preventivo. Los procedimientos para el mantenimiento son proporcionados por los fabricantes, y en cada visita se llena un Reporte de Visita, el cual se puede observar en el ANEXO 4.

4.5.7.1.6.6 Contratos de Mantenimiento

Un mes antes de que se cumpla el tiempo de garantía se procede a promocionar los Contratos de Mantenimiento; estos consisten en brindar el servicio de mantenimiento preventivo y correctivo por el tiempo que dure el contrato bajo un costo establecido, con la finalidad de optimizar el uso del equipo a lo largo de su vida útil.

4.5.7.2 PROCEDIMIENTO EQUIPOS EN CUSTODIA

4.5.7.2.1 Objetivos

- Proporcionar las instrucciones para inspeccionar la funcionalidad de los equipos que ingresan a Corpomédica Cia Ltda.
- Dar soporte técnico a los asesores comerciales en las presentaciones con el cliente externo.

- Efectuar los mantenimientos preventivos, optimizando el uso del equipo a lo largo de su vida útil.

4.5.7.2.2 Alcance

El presente procedimiento es de aplicación para todo el proceso de EQUIPOS EN CUSTODIA desde que ingresan a las instalaciones de Corpomédica hasta que el equipo alcanza su vida útil.

4.5.7.2.3 Definiciones

Se tomará en cuenta las mismas definiciones del Procedimiento para equipos de Venta.

4.5.7.2.4 Responsabilidades y Autoridad

En la se Tabla 4.11 describirá brevemente las funciones y responsabilidades que tiene el personal del Departamento de Ingeniería con respecto al presente procedimiento.

Tabla 4.11 Resonsabilidades Personal Dep. Ingeniería - Equipos en Custodia

	GERENTE DE INGENIERÍA	ASISTENTE TÉCNICO
1	Supervisión en la Inspección de Llegada de los equipos	Apoyo en la Inspección Inicial de Llegada de los equipos
2	Supervisar y ejecutar las pruebas de funcionalidad, Puesta a Punto	Ejecutar las pruebas de funcionalidad, Puesta a Punto
3	Solicitar vía, correo electrónico, la activación contable de los equipos para que sean parte de Corpomédica	Dar seguimiento a la activación contable de los equipos
4	Receptar las solicitudes de préstamo de los equipos DEMO, vía telefónica, correo electrónico o de manera verbal por parte de los asesores comerciales, y hacer el requerimiento al técnico para el despacho del equipo	Acopio de los equipos solicitados, junto con los registros (Puesta a Punto) respectivos para su posterior envío
5	Coordinar la logística y envío del equipo hasta su destino final	Apoyo en el envío de los equipos hasta su destino final
6	Coordinar la logística al momento del retorno del equipo a Corpomédica	Acopio de los equipos a su retorno a Corpomédica

Elaboración: Propia

4.5.7.2.5 Diagrama de Flujo

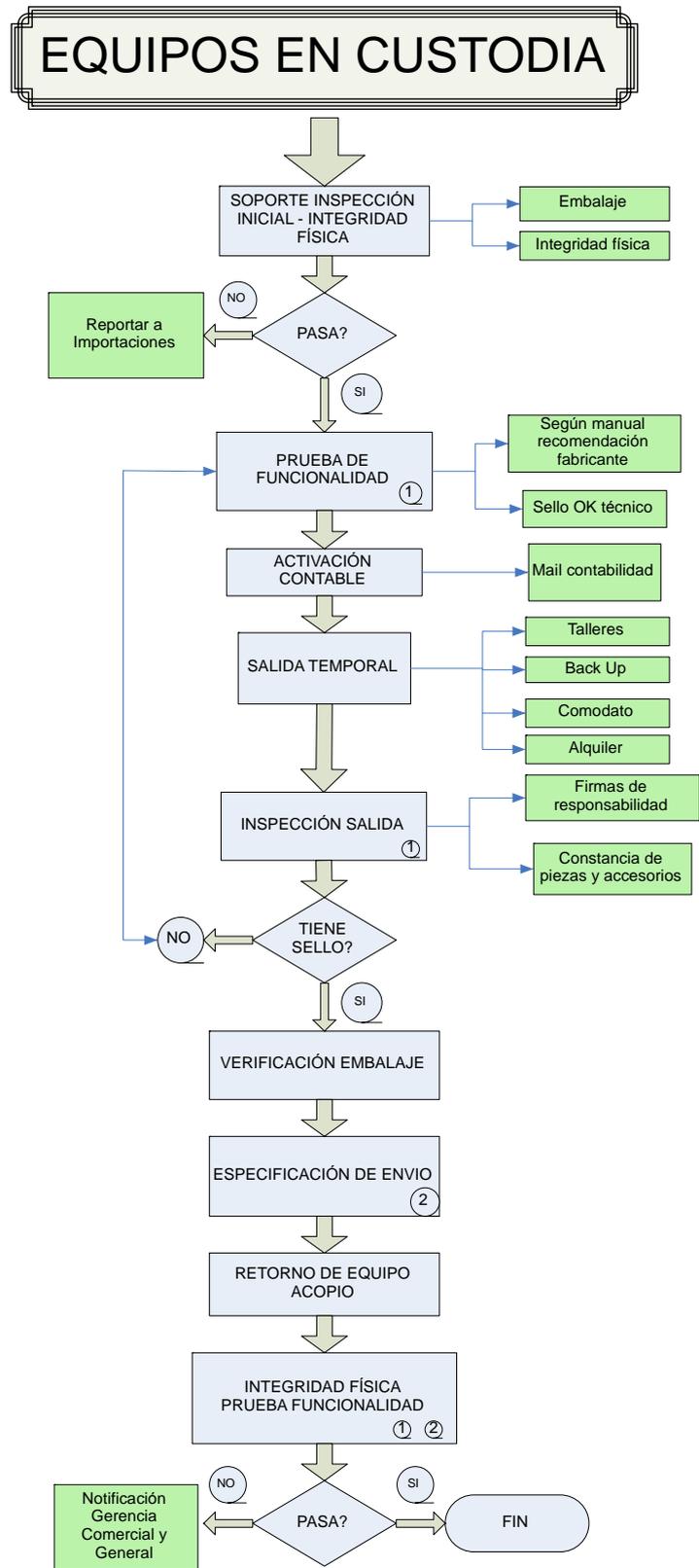


Figura 4.5 Diagrama de Flujo - Equipos en Custodia

1. Puesta a Punto
2. Cronograma de Mantenimiento

4.5.7.2.6 Procedimientos

Se manejan los mismos procedimientos que en el anterior punto hasta el de Puesta a Punto.

4.5.7.2.6.1 *Salida Temporal de Equipos*

La salida temporal de equipos inicia cuando los Asesores Comerciales coordinan una presentación con el cliente externo. Cada asesor realiza su solicitud con la Asistente de Gerencia de Ventas, la misma regulariza con el Departamento de Ingeniería la recepción del equipo solicitado.

4.5.7.2.6.2 *Logística y Envío*

La Logística se la coordina con el departamento de operaciones de acuerdo a su tamaño:

- Equipos de Gran Tamaño: Se realiza el embalaje y envío del equipo en el transporte de la empresa, así como su entrega en las instalaciones del hospital.
- Equipos Pequeños: Se los envía con los mismos asesores comerciales.

4.5.7.2.6.3 *Reingreso a Bodega de Equipos en Custodia*

El equipo utilizado en la demostración con el cliente externo, regresa a las instalaciones de Corpomédica Cia Ltda donde, un delegado del Departamento de Ingeniería revisa las condiciones en las que regresa el equipo en mención, utilizando como base el registro completado a su salida. Si el equipo regresa sin novedades, se firman los registros interno y externo correspondientes y se archivan.

4.5.7.3 PROCEDIMIENTO PARA LA GESTIÓN DE CASOS DE SOPORTE TÉCNICO

4.5.7.3.1 Objetivo

Solucionar cualquier tipo de problema o inconveniente que tenga el cliente externo con los equipos médicos.

4.5.7.3.2 Alcance

El presente procedimiento es de aplicación para todas las actividades de Postventa desde que el equipo es instalado donde el Cliente Externo hasta que el equipo alcanza su vida útil. Todo el historial de las actividades serán registradas en el módulo de casos del sistema Salesforce.

4.5.7.3.3 Responsabilidades y Autoridad

A continuación se describirá brevemente las funciones y responsabilidades que tiene el personal del Departamento de Ingeniería.

Tabla 4.12 Responsabilidades del Personal Dep. Ingeniería - Casos de Soporte Técnico

	GERENTE DE INGENIERÍA	ASISTENTE TÉCNICO
1	Inspección Técnica Inicial para evaluar el estado del equipo	Apoyo en la Inspección Técnica Inicial
2	Contacto, vía mail, con el Fabricante	Seguimiento
3	Redacción del Informe Técnico	
4	Reparación del equipo dentro del país.	Apoyo en la reparación del equipo
5	Entrega e Instalación del equipo reparado	Documentos de entrega

Elaboración: Propia

4.5.7.3.4 Diagrama de Flujo

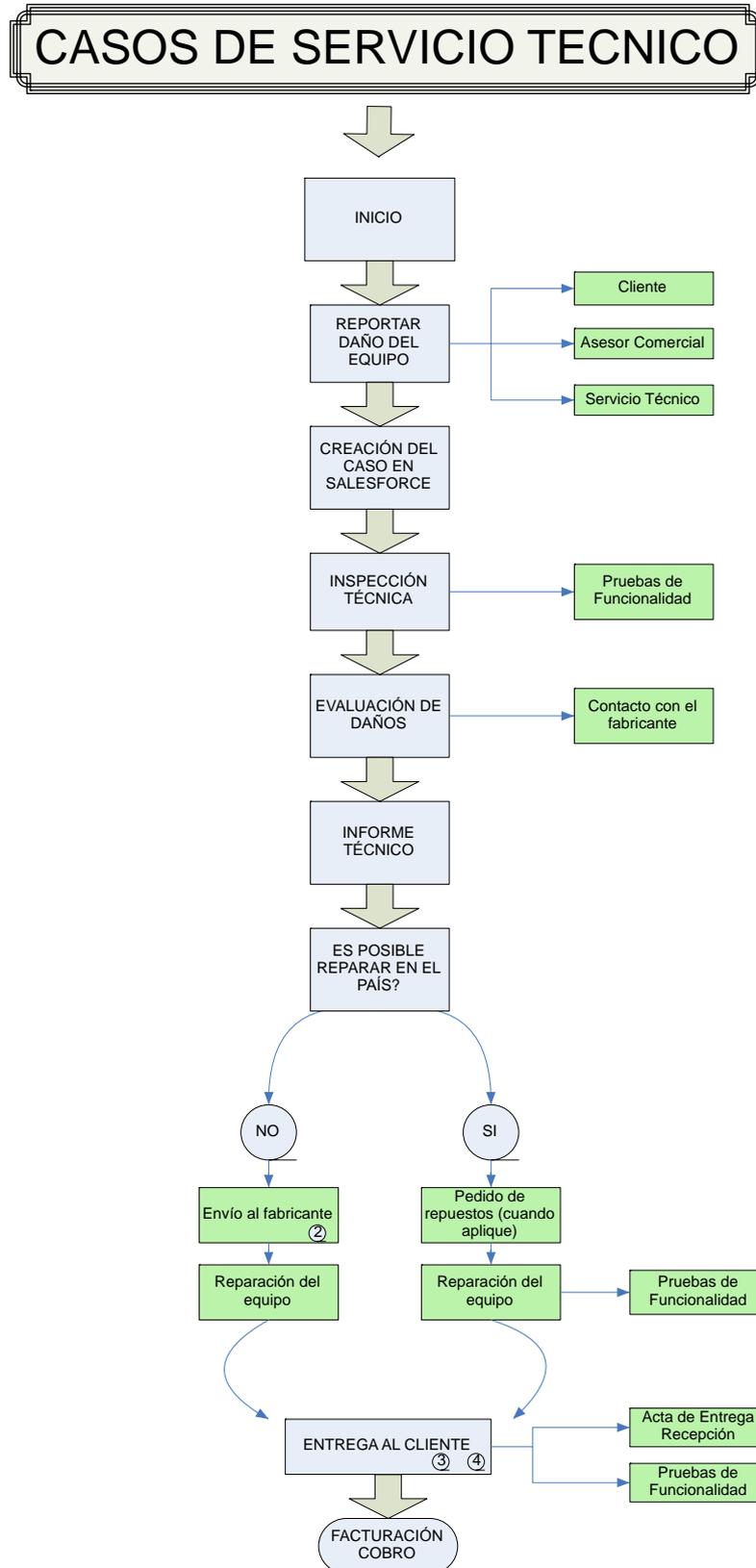


Figura 4.6 Diagrama de Flujo - Casos de Soporte Técnico

4.5.7.3.5 Procedimientos

4.5.7.3.5.1 Reportar Daño del Equipo

Para reportar equipos que necesitan soporte técnico se tiene dos alternativas:

- El Cliente reporta a los Asesores Comerciales: El cliente reporta el suceso vía telefónica, correo electrónico o personalmente al asesor comercial, el mismo que transmite el caso al Departamento de Ingeniería.
- El Cliente reporta al Departamento de Ingeniería: El cliente reporta el suceso vía telefónica, correo electrónico o personalmente.

4.5.7.3.5.2 Creación del Caso en Salesforce

Se crea el caso en el sistema salesforce recopilando la siguiente información:

Figura 4.7 Ventana para creación de Caso en Salesforce

- Equipo: Nombre del equipo.
- Prioridad: En este campo se coloca el tiempo de solución, es decir, el tiempo en el que se hará la primera visita técnica para evaluar el equipo.
- Compañía: Se debe escoger a que empresa del Grupo AK pertenece el equipo.
- Estado: Se debe escoger el estado del caso:



Figura 4.8 Opciones de Estado para los Casos de Soporte Técnico

- Nombre del Contacto: Nombre de la persona de contacto responsable del equipo.
- Fecha estimada de reparación: Colocar la fecha estimada en la cual el equipo estará reparado.

4.5.7.3.5.3 Inspección Técnica

Se coordina con el cliente externo fecha y hora para realizar la inspección técnica inicial, con el objetivo de evaluar el estado del equipo. Cuando los daños en el equipo exceden los conocimientos otorgados por parte del fabricante se procede a contactarlos para poder diagnosticarlo de mejor manera.

4.5.7.3.5.4 Informe Técnico

Una vez concido el estado del equipo, el Asistente Técnico redacta un informe técnico donde se colocan todos los antecedentes y recomendaciones a fin de reparar el equipo en mención. Para la reparación del equipo existen dos escenarios posibles:

Reparación dentro del País: Se solicita al fabricante los procedimientos de reparación junto con los repuestos ha ser instalados (cuando aplique).

Reparación fuera del País: Si el fabricante confirma que el equipo no puede ser reparado localmente, éste debe ser exportado para su reparación en fábrica. Para esto se coordina con el Departamento de Comercio Exterior para que proceda con el proceso de envío del equipo a fábrica. Para este proceso se diseñó un registro de información el cual se puede observar en el ANEXO 5.

4.5.7.3.5.5 Entrega e Instalación del Equipo Reparado

El cliente externo proporciona una fecha y hora específica para la entrega del equipo reparado en sus instalaciones. El departamento de operaciones coordina el embalaje y envío del equipo al lugar de entrega. Con la entrega del equipo funcionando se adjuntan los siguientes documentos:

- Informe Técnico
- Garantía Técnica
- Factura del Servicio

Todo el historial de actividades realizadas en el equipo se registran en el sistema Salesforce como se puede apreciar en la Figura 4.9.

Historial de actividades							
		Registrar una llamada	Combinación de correo	Enviar un mensaje de correo electrónico	Ayuda de Historial de actividades		
		Ver todos					
Acción	Asunto	Nombre	Tarea	Fecha de vencimiento	Asignado a	Última fecha/hora de modificación	
Modificar Eliminar	ENTREGA DE REPUESTO-EDGE CONECTOR + FACTURA	Nancy Escobar	<input type="checkbox"/>	24/07/2013 06:00 AM	Eduardo Espinoza	25/07/2013 03:30 PM	
Modificar Eliminar	Documentos SMA	Nancy Escobar	<input type="checkbox"/>	22/07/2013 12:00 PM	André Endara	22/07/2013 04:48 PM	
Modificar Eliminar	Orden de Compra	Nancy Escobar	<input type="checkbox"/>	08/07/2013 11:45 AM	André Endara	09/07/2013 09:44 AM	
Modificar Eliminar	Llamada de seguimiento	Nancy Escobar	<input type="checkbox"/>	02/07/2013 10:50 AM	André Endara	02/07/2013 03:46 PM	
Modificar Eliminar	Llamada de Seguimiento	Nancy Escobar	<input type="checkbox"/>	27/06/2013 02:30 PM	André Endara	27/06/2013 04:03 PM	
Modificar Eliminar	Llamada de Seguimiento	Nancy Escobar	<input type="checkbox"/>	25/06/2013 08:15 AM	André Endara	25/06/2013 05:02 PM	
Modificar Eliminar	Llamada de seguimiento	Nancy Escobar	<input type="checkbox"/>	24/06/2013 09:15 AM	André Endara	24/06/2013 09:54 AM	
Modificar Eliminar	Seguimiento de Cobro	Nancy Escobar	<input type="checkbox"/>	17/06/2013 09:20 AM	André Endara	17/06/2013 04:44 PM	
Modificar Eliminar	HACER INFORME Y PROFORMA	Nancy Escobar	<input type="checkbox"/>	20/05/2013 11:30 AM	Eduardo Espinoza	20/05/2013 11:58 AM	
Modificar Eliminar	REEMBOLO DE GASTOS VIAJE RIOBAMBA	Nancy Escobar	<input type="checkbox"/>	10/05/2013 11:00 AM	Eduardo Espinoza	10/05/2013 11:50 AM	
Modificar Eliminar	1era INSPECCIÓN TÉCNICA	Nancy Escobar	<input type="checkbox"/>	09/05/2013 10:00 AM	Eduardo Espinoza	10/05/2013 08:50 AM	

Figura 4.9 Historial de Actividades Caso ST-0036

Fuente: www.salesforce.com

4.5.8 LEVANTAMIENTO DE DATOS

4.5.8.1 INVENTARIO DE LOS EQUIPOS VENDIDOS POR CORPOMÉDICA

El primer paso para la elaboración del Plan de Mantenimiento es el levantamiento de información sobre los equipos vendidos por la empresa Corpomédica Cia Ltda desde el año 2005 hasta la presente fecha. La información obtenida se encuentra a detalle en el ANEXO 1.

4.5.8.2 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN TÉCNICA, CATÁLOGOS, MANUALES DE LOS EQUIPOS.

El 100% de equipos comercializados por Corpomédica son equipos fabricados fuera del país, por lo que es mandatorio tener todos los manuales técnicos de los equipos.

Toda esta valiosa información se puede encontrar en nuestro sistema de almacenamiento en línea Dropbox, el cual es administrado por el Coordinador de Publicidad y Marketing.

A continuación el enlace electrónico para ingresar a la sección de manuales técnicos y catálogos: <https://www.dropbox.com/home/Cat%C3%A1logos>.

4.6 PRIORIZACIÓN DE LOS EQUIPOS MÉDICOS

Para la implementación del plan de mantenimiento es muy importante realizar un proceso de priorización de los equipos médicos comercializados por la empresa Corpomédica. Esto nos dará un panorama más amplio con respecto a cual es el equipo más crítico y con más influencia en la misión de la empresa.

Para poder priorizar los equipos hay que tomar en cuenta varios criterios importantes que intervienen en cada proceso de operación y manejo, estos son:

- Lugar de operación
- Horas de trabajo
- Mantenimiento del equipo
- Riesgo de Vidas Humanas en paros imprevistos

Los factores mencionados anteriormente fueron obtenidos después de hacer un sondeo con los operarios de los equipos en las instituciones de salud.

4.6.1 LUGAR DE OPERACIÓN

El objetivo principal de este análisis es relacionar cada equipo con los lugares de operación en los distintos procesos que un paciente puede a travesar en una institución de salud. La ponderación se realizará en base al siguiente criterio:

- BAJA: Menos importante (0,5)
- MEDIA: Igual importancia (1)
- ALTA: Mas importante (2)

Tabla 4.13 Priorización de las principales areas de un hospital

AREA	Emergencia	Quirófano	Cuidados Intensivos	Recuperación	Total
Emergencia		1	1	2	4
Quirófano	2		2	2	6
Cuidados Intensivos	1	1		2	4
Recuperación	0,5	0,5	0,5		1,5

Elaboración: Propia

En conclusión el area más crítica durante la instancia de un paciente en el hospital es Quirófano.

4.6.2 HORAS DE TRABAJO

Para priorizar las horas hay que tener en cuenta que cada equipo trabaja en un area diferente, además unos tienen un trabajo continuo en cirugías que pueden

durar entre 4-12 horas y otros tienen trabajos más eventuales como ensayos de laboratorio. La ponderación se realizará tomando en cuenta el siguiente criterio:

Tabla 4.14 Ponderación para priorizar horas de trabajo

Clasificación	Ponderación	Observación
Baja	0,5	Menor o igual a 10 horas por semana
Media	1	Entre 10 y 20 horas a la semana
Alta	2	Más de 20 horas a la semana

Elaboración: Propia

A continuación en la Tabla 4.15 la ponderación de las horas de trabajo de cada equipo.

Tabla 4.15 Priorización Horas de Trabajo

EQUIPO	HORAS SEMANALES DE TRABAJO	PODERACIÓN
IRMA TRUPOINT	30	2
HEMOCHRON RESPONSE	10	0,5
WARMAIR	10	0,5
BLANKETROL	8	0,5
ELECTA	50	2
VEINVIEWER FLEX	12	1
VEINVIEWER VISION	12	1
EZONO 3000	10	0,5

Elaboración: Propia

4.6.3 MANTENIMIENTO DEL EQUIPO

Para priorizar los equipos con el criterio de mantenimiento hay que tomar en cuenta la complejidad de los trabajos de mantenimiento así como el tiempo de paro de la máquina para realizar dichos trabajos.

En las Tabla 4.16 y Tabla 4.17 se indican los criterios de priorización y la priorización en sí.

Tabla 4.16 Ponderación Horas de Paro por Mantenimiento

Clasificación	Ponderación	Horas de Paro por Mantenimiento
Baja	0,5	Menor a 1 hora
Media	1	Entre 2 y 4 horas
Alta	2	Mayor a 5 horas

Elaboración: Propia

Tabla 4.17 Priorización Mantenimiento Equipos

EQUIPO	HORAS DE PARO	PODERACIÓN
IRMA TRUPOINT	1	0,5
HEMOCHRON RESPONSE	1	0,5
WARMAIR	2	1
BLANKETROL	3	1
ELECTA	5	2
VEINVIEWER FLEX	1	0,5
VEINVIEWER VISION	2	1
EZONO 3000	2	1

Elaboración: Propia

4.6.4 RIESGO DE VIDAS HUMANAS EN PAROS IMPREVISTOS

Al tratarse de equipos médicos de cuidado crítico estos tienen una repercusión muy importante en los procedimientos quirúrgicos o de cuidado intensivo en los pacientes. Por lo tanto los paros imprevistos podrían representar un cuadro muy danino para los pacientes o inclusive la muerte. A continuación en la Tabla 4.18 y Tabla 4.19 la priorización de cada equipo.

Tabla 4.18 Ponderación Riesgo de Vidas Humanas

Clasificación	Ponderación	Repercusión con Paros Imprevistos
Baja	0,5	Repercusiones leves en el paciente
Media	1	Repercusiones importantes en el paciente
Alta	2	Repercusiones críticas en el paciente

Elaboración: Propia

Tabla 4.19 Priorización Riesgo de Vidas Humanas

EQUIPO	PROCEDIMIENTO	PODERACIÓN
--------	---------------	------------

IRMA TRUPOINT	Laboratorio, Cuidado Crítico, Emergencia	1
HEMOCHRON RESPONSE	Cirugías Cardíacas	1
WARMAIR	Cuidado Crítico	0,5
BLANKETROL	Cirugías Cardíacas	0,5
ELECTA	Cirugías en General	2
VEINVIEWER FLEX	Cuidado Crítico, Laboratorio, Emergencia	0,5
VEINVIEWER VISION	Cuidado Crítico, Laboratorio, Emergencia	0,5
EZONO 3000	Cirugías en General, Tratamiento del Dolor, Emergencia	1

Elaboración: Propia

4.6.5 RESULTADOS DE LA PRIORIZACIÓN DE EQUIPOS

En la Tabla 4.20 se muestra un resumen de la priorización de los equipos con todos los criterios establecidos.

Tabla 4.20 Resumen de Priorización Equipos Médicos

	AREA DE TRABAJO				HORAS DE TRABAJO	MANTENIMIENTO	RIESGO DE VIDAS HUMANAS	TOTAL
	Emergencia	Quirófano	Cuidados Intensivos	Recuperación				
IRMA TRUPOINT	-	-	4	-	2	0,5	1	7,5
HEMOCHRON RESPONSE	-	6	-	-	0,5	0,5	1	8
WARMAIR	-	-	4	-	0,5	1	0,5	6
BLANKETROL	-	-	-	1,5	0,5	1	0,5	3,5
ELECTA CONCEPT	-	6	-	-	2	2	2	12
VEINVIEWER FLEX	4	-	-	-	1	0,5	0,5	6
VEINVIEWER VISION	4	-	-	-	1	1	0,5	6,5
EZONO 3000	-	6	-	-	0,5	1	1	8,5

Elaboración: Propia

Una vez realizado el análisis de priorización de los equipos podemos observar que los primordiales para Corpomédica son:

1. Electa Concept
2. Ezono 3000
3. Hemochron Response
4. Irma Trupoint

Apesar de tener cuatro equipos importantes y críticos para el presente estudio se tomará en cuenta solo el más importante, la Máquina de Autotransfusión ELECTA CONCEPT.

4.7 DESARROLLO DE LA ESTRATEGIA

La Máquina de Autotransfusión ELECTA tiene como función principal la recolección, lavado y posterior reinfusión de la sangre del paciente evitando que se utilicen pintas de sangre, con esto se consigue prevenir las enfermedades venereas y los costos excesivos en los bancos de sangre.

En la Figura 4.10 una vista general de la máquina de autotransfusión.



Figura 4.10 Máquina de Autotransfusión ELECTA

4.7.1 SISTEMAS Y COMPONENTES

La máquina de autotransfusión se compone de los siguientes sistemas:

- Sistema de Bombas
- Sistema Mecánico
- Sistema Electrónico

La respectiva codificación de cada uno de los componentes de los subsistemas se mantendrá de acuerdo a los números de partes de los fabricantes con el fin de mantener el mismo lineamiento al momento de realizar pedidos de repuestos.

4.7.1.1 SISTEMA DE BOMBAS

El sistema de bombas se compone de varios tipos de bombas las cuales actúan en distintas instancias del proceso de autotransfusión permitiendo el movimiento de los fluidos, especialmente la sangre, a través del circuito.

Es importante mencionar que ninguna de las bombas tiene contacto con ningún tipo de fluido ya que todo el circuito es hermético y descartable, es decir, se desecha después de usar en cada paciente. El sistema de bombas se divide en los siguientes subsistemas:

4.7.1.1.1 Subsistema de Vacío

Este subsistema se compone de una bomba de vacío con una capacidad de -10 hasta -300 mmHg con pasos de 10 mmHg. La bomba de vacío cumple la función de succionar la sangre desde el paciente hasta el reservorio.

Los elementos del subsistema de vacío se encuentran en la Figura 4.11.

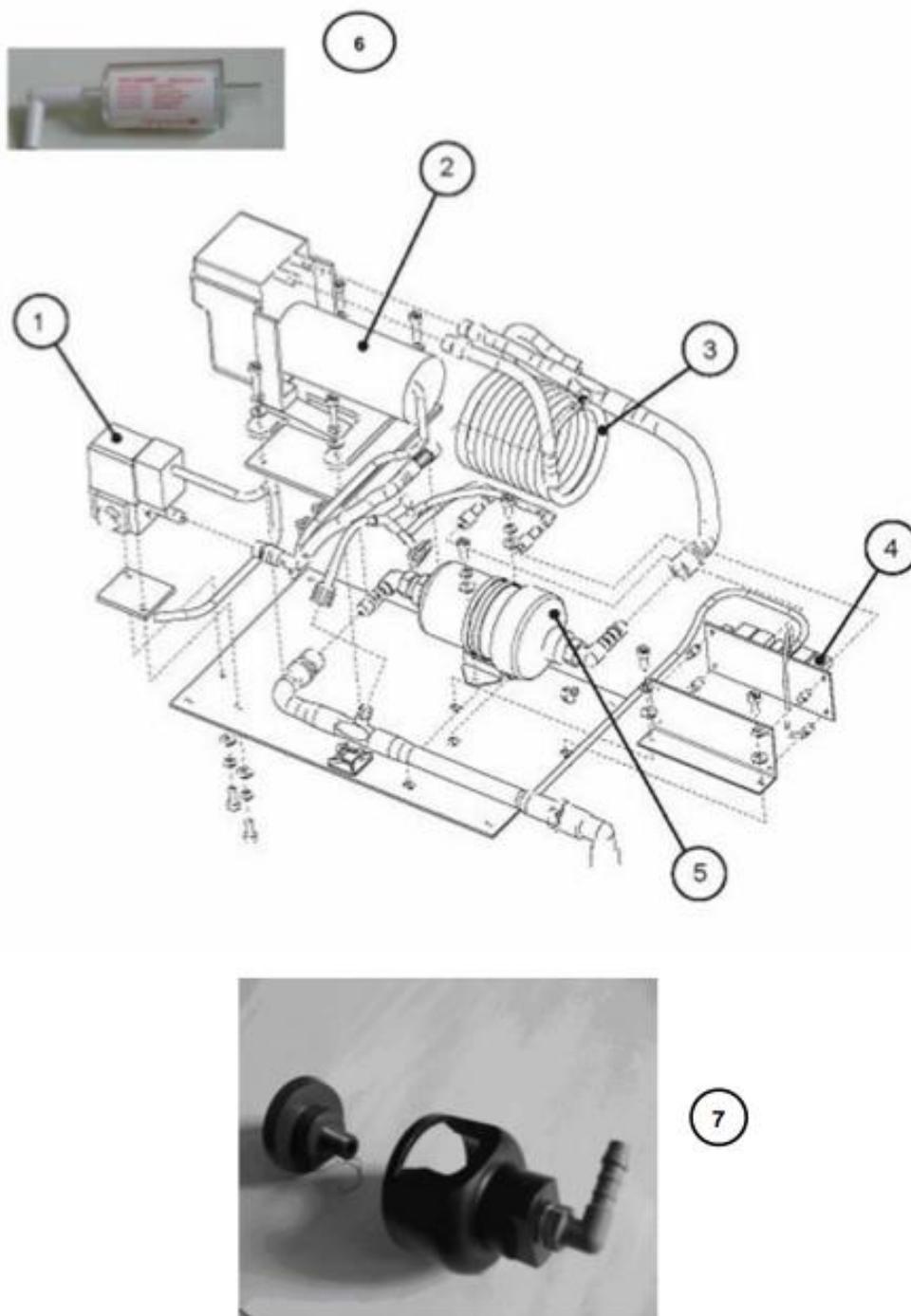


Figura 4.11 Componentes del Subsistema de Vacío

En la Tabla 4.21 se encuentra la descripción y codificación de los componentes del subsistema de vacío.

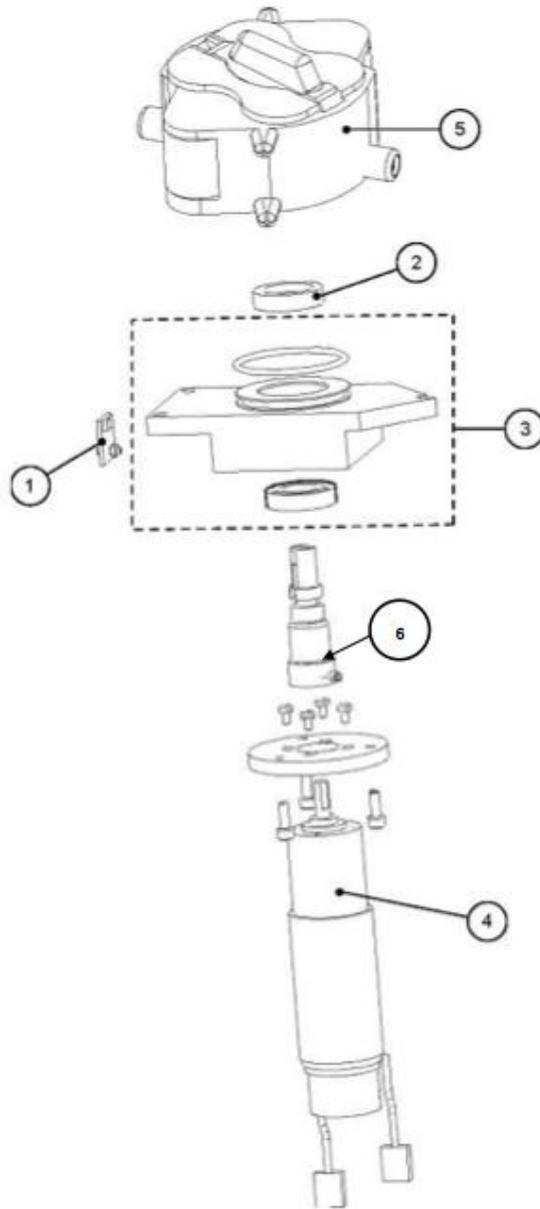


Figura 4.12 Componentes del Subsistema Peristáltico

En la Tabla 4.22 se encuentra la descripción y codificación de los componentes del subsistema peristáltico.

Tabla 4.22 Componentes del Subsistema Peristáltico

No.	NOMBRE	CÓDIGO
1	HS-P SENSOR DE ROTACIÓN	DI-60711
2	SELLO DE BOMBA	DI-60730
3	PLATO DE BOMBA	DI-60728

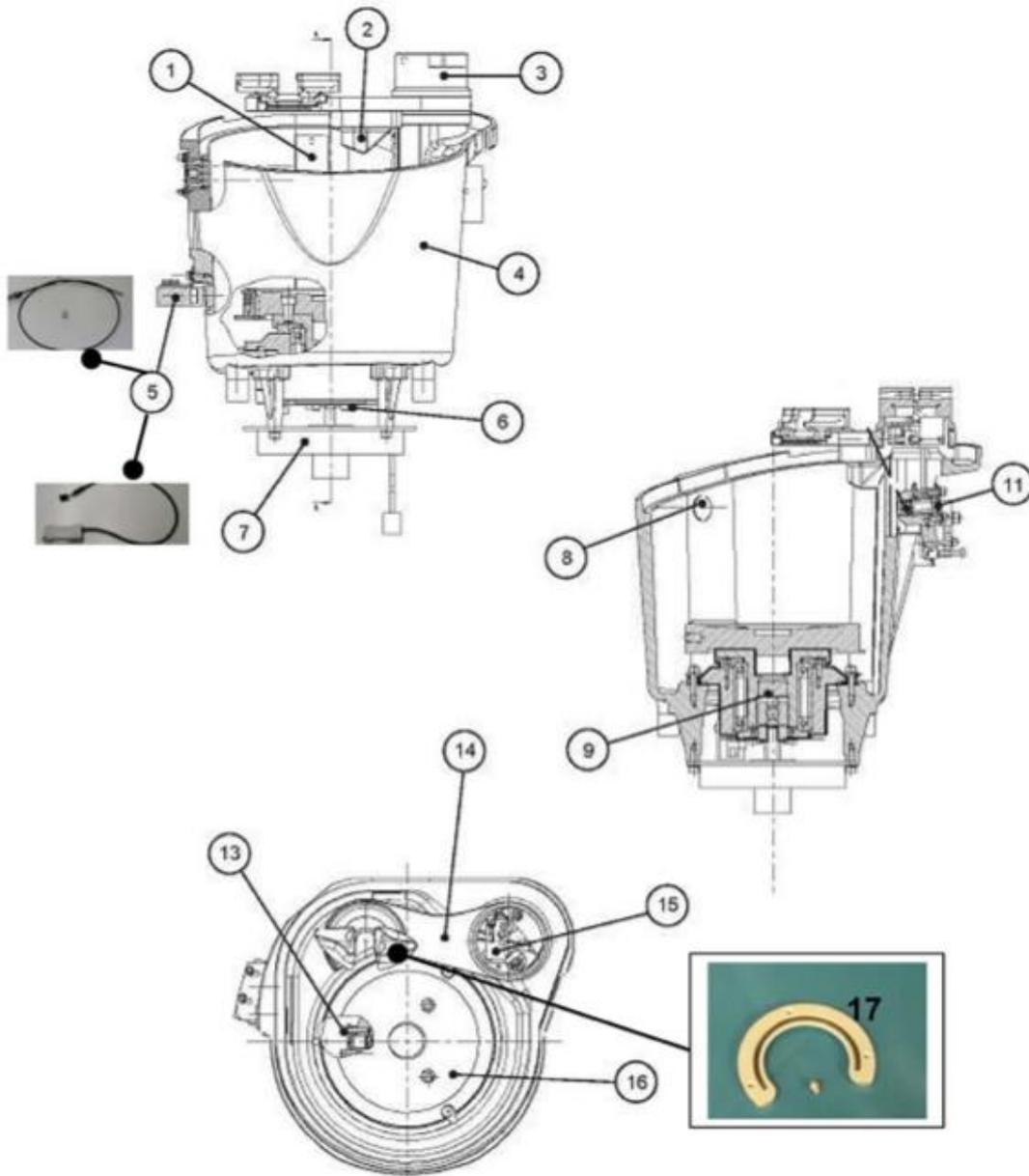


Figura 4.13 Componentes del Subsistema Centrífugo

En la Tabla 4.23 se encuentra la descripción y codificación de los componentes del subsistema centrífuga.

Tabla 4.23 Componentes Subsistema Centrífugo

No.	NOMBRE	CÓDIGO
1	SENSOR DE PÉRDIDA DE SANGRE	DI-60708
2	GRUPO LED	DI-60785
3	SENSOR DE HEMOGLOBINA	DI-60709

4	POCILLO	DI-XXXXX
5	LECTOR CÓDIGO DE BARRAS	DI-60824
5	SOPORTE LECTOR CÓDIGO DE BARRAS	DI-60827
5	FIBRA ÓPTICA	DI-60825
6	DISCO ENCODER	DI-60722
7	MOTOR CENTRÍFUGA	DI-60720
8	LUZ INTERNA POCILLO	DI-60794
9	ACOPLE CENTRÍFUGA	DI-60723
11	SENSOR BUFFY COAT	DI-60746
13	SWITCH ENCODER	DI-60721
14	BRAZO EXCÉNTRICO	DI-60725
15	SENSOR DE BRAZO HS-A	DI-60713
16	PLATO CENTRÍFUGA	DI-60724
17	NUEVO KIT BRAZO	DI-60822

Elaboración: Propia

4.7.1.2 SISTEMA MECÁNICO

El sistema mecánico es un conjunto de elementos que permiten transmitir y regular el movimiento en las distintas funciones de la máquina de autotransfusión. Este sistema se divide en los siguientes subsistemas:

4.7.1.2.1 Subsistema de Mordazas

Este subsistema consiste en un grupo de tres mordazas controladas por un motor de paso el cual regula la apertura y el cierre de cada mordaza de acuerdo al ciclo de autotransfusión.

En la Figura 4.14 se puede observar las tres mordazas y el soporte central contra el cual son cerradas.

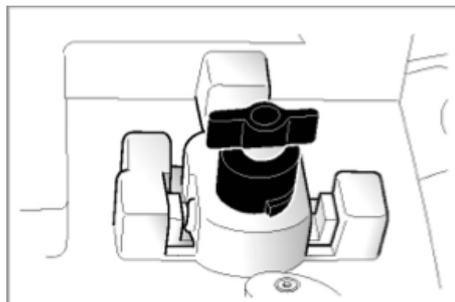


Figura 4.14 Grupo de Mordazas

Los componentes del subsistema de mordazas se encuentran en la Figura 4.15.

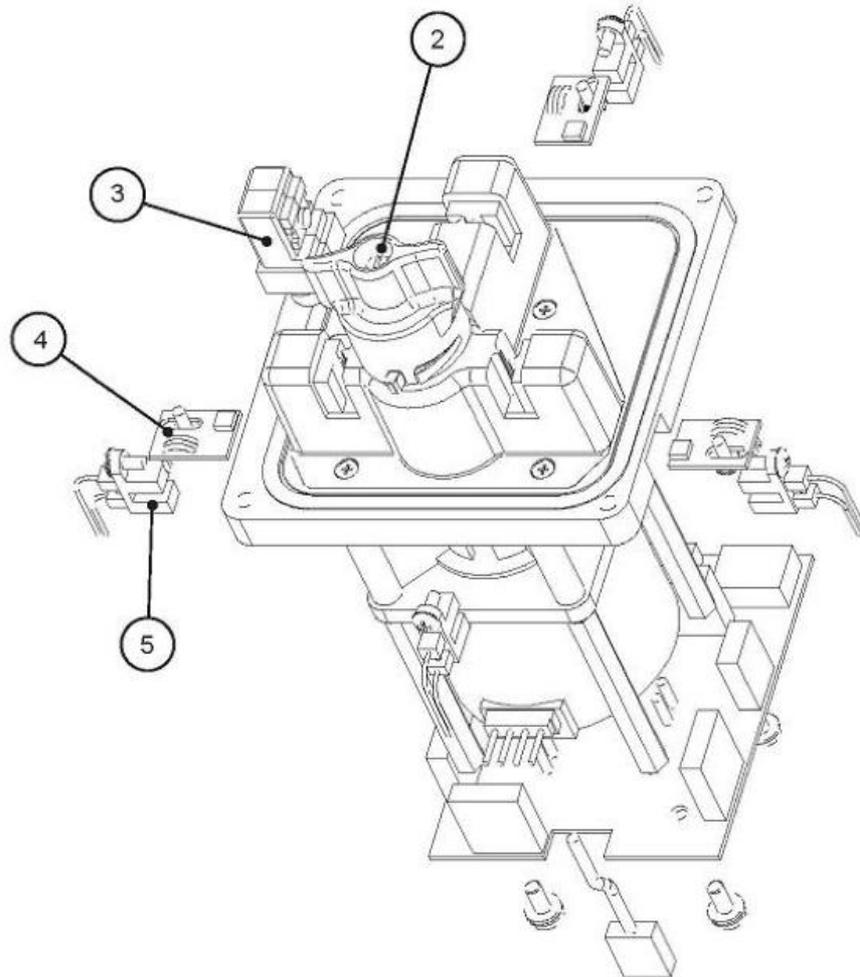


Figura 4.15 Componentes del Subsistema de Mordazas

En la Tabla 4.24 se encuentra la descripción y codificación de los componentes del subsistema de mordazas.

Tabla 4.24 Componentes del Subsistema de Mordazas

No.	NOMBRE	CÓDIGO
1	GRUPO DE MORDAZAS	DI-60732
2	NUEZ DE APERTURA/CIERRE	DI-60733
3	SENSOR DE PRESIÓN LÍNEA DE VACIADO	DI-60780
4	HS-C SENSOR DE MORDAZAS	DI-60714
5	SWITCH ÓPTICO	DI-60716

Elaboración: Propia

En la Tabla 4.25 se encuentra la descripción y codificación de los componentes del subsistema de bowl.

Tabla 4.25 Componentes del Subsistema de Bowl

No.	NOMBRE	CÓDIGO
1	CUBIERTA ELECTA	DI-60835
	SEGURO PARA CUBIERTA	DI-60735
2	TOPES BANDEJA	DI-60788
3	KIT TORNILLOS PARA TAPA	DI-60768
4	SISTEMA DE CERRADURA	DI-60758
5	PALANCA DE APERTURA	DI-60734
6	SENSOR DE CUBIERTA	DI-60836
7	SENSOR DE BURBUJAS - HEMATOCRITO	DI-60710
8	NUEZ DE APERTURA/CIERRE	DI-60733
9	SENSOR OPTICO DE CERRADURA	DI-60757
10	BISAGRAS DE CERRADURA	DI-60821

Elaboración: Propia

4.7.1.3 SISTEMA ELECTRÓNICO

El sistema electrónico se compone de un conjunto de tarjetas electrónicas programadas para cumplir con funciones específicas. Estas tarjetas electrónicas se encargan de recibir las señales de los sensores, procesarlas y dar órdenes a los diferentes actuadores del equipo. El subsistema electrónico se divide en los siguientes subsistemas:

- Tarjeta Maestra MBE
- Tarjeta de Actuadores ABE
- Tarjeta de Poder PSE
- Tarjeta de Sensores SBE
- Tarjeta de Display DBEC

4.7.2 CODIFICACIÓN DE SISTEMAS, SUBSISTEMAS, COMPONENTES/ELEMENTOS

Para el desarrollo de la estrategia de mantenimiento es indispensable tener una adecuada codificación de todos los sistemas, subsistemas y demás elementos.

SISTEMA

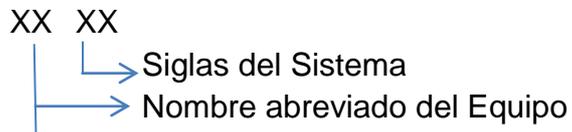


Tabla 4.26 Sistemas Máquina Electa

	SISTEMA	CÓDIGO
MÁQUINA DE AUTOTRANSFUSIÓN ELECTA	SISTEMA DE BOMBAS	ELC SB
	SISTEMA MECÁNICO	ELC SM
	SISTEMA ELECTRÓNICO	ELC SE

Elaboración: Propia

SUBSISTEMA

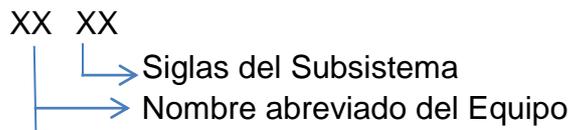


Tabla 4.27 Subsistemas Máquina Electa

	SUBSISTEMA	CÓDIGO
MÁQUINA DE AUTOTRANSFUSIÓN ELECTA	SUBSISTEMA DE VACÍO	ELC SSV
	SUBSISTEMA PERISTÁLTICO	ELC SSP
	SUBSISTEMA CENTRÍFUGO	ELC SSC
	SUBSISTEMA DE MORDAZAS	ELC SSM
	SUBSISTEMA DE BOWL	ELC SSB
	TARJETA MAESTRA	ELC MBE
	TARJETA DE ACTUADORES	ELC ABE
	TARJETA DE PODER	ELC PSE
	TARJETA DE SENSORES	ELC SBE
	TARJETA DE DISPLAY	ELC DBEC

Elaboración: Propia

COMPONENTES

XX XX

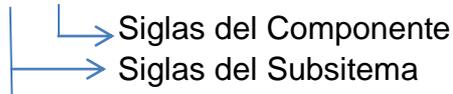


Tabla 4.28 Componentes Máquina Electa

SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE	CÓDIGO
SISTEMA DE BOMBAS SB	SUBSISTEMA DE VACÍO SSV	Electroválvula de Vacío	SSV ELV
		Bomba de Vacío	SSV BV
		Silenciador	SSV SL
		Válvula Neumática	SSV VN
		Cámara de Expansión	SSV CE
		Filtro de Vacío	SSV FV
		Adaptador para filtro	SSV ADF
	SUBSISTEMA PERISTÁLTICO SSP	Sensor de Rotación	SSP SR
		Sello de Bomba	SSP SB
		Plato de Bomba	SSP PB
		Motor de Bomba	SSP MB
		Rotor Bomba	SSP RB
		Eje del Motor	SSP EM
	SUBSISTEMA CENTRÍFUGO SSC	Sensor de Pérdida de Sangre	SSC SPS
		Grupo LED	SSC GL
		Sensor de Hemoglobina	SSC SH
		Pocillo	SSC PC
		Lector de Código de Barras	SSC LCB
		Soporte Lector Código de Barras	SSC SLCB
		Fibra Optica	SSC FO
		Disco Encoder	SSC DE
		Motor Centrífuga	SSC MC
		Luz Interna Pocillo	SSC LIP
		Acople Centrífuga	SSC AC
		Sensor Buffy Coat	SSC SBC
		Switch Encoder	SSC SE
		Brazo Excéntrico	SSC BE
		Sensor de Brazo	SSC SB
		Plato Centrífuga	SSC PC
		Kit Brazo	SSC KB
SISTEMA MECÁNICO SM	SUBSISTEMA DE MORDAZAS SSM	Grupo de Mordazas	SSM GM
		Nuez de Apertura/Cierre	SSM NAC
		Sensor de Presión Línea de Vacío	SSM SPLV
		Sensor de Mordaza	SSM SM
		Switch Optico	SSM SO

	SUBSISTEMA DE BOWL SSB	Cubierta Electa	SSB CE
		Seguro para Cubierta	SSB SC
		Topes Bandeja	SSB TB
		Kit Tornillos para Tapa	SSB KTT
		Sistema de Cerradura	SSB SCC
		Palanca de Apertura	SSB PA
		Sensor de Cubierta	SSB SEC
		Sensor de Burbujas/Hematocrito	SSB SBH
		Sensor Optico de Cerradura	SSB SOC
		Bisagra de Cerradura	SSB BC

Elaboración: Propia

4.7.3 FUNCIONAMIENTO DE LOS COMPONENTES DE LA MÁQUINA DE AUTOTRANSFUSIÓN ELECTA

Tabla 4.29 Funcionamiento de los componentes de la Máquina de Autotransfusión Electa

SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE	CÓDIGO	FUNCIÓN
SISTEMA DE BOMBAS SB	SUBSISTEMA DE VACÍO SSV	Electroválvula de Vacío	SSV ELV	Controlar el paso de la succión de vacío entre la bomba de vacío y la línea conectada al paciente
		Bomba de Vacío	SSV BV	Proporcionar la potencia de vacío hast un máximo de -300mmHG
		Silenciador	SSV SL	Evitar que la bomba de vacío produzca demasiado ruido
		Filtro de Vacío	SSV FV	Evitar que cualquier tipo de impureza se introduzca a la línea
		Adaptador para filtro	SSV ADF	Evita que el equipo pueda ser usado sin un filtro de vacío
	SUBSISTEMA PERISTÁLTICO SSP	Sensor de Rotación	SSP SR	Permite convertir las rpm de la bomba peristáltica en ml/min (mililitros por minuto)
		Sello de Bomba	SSP SB	Hace que la oclusión de la bomba brinde el flujo correcto
		Plato de Bomba	SSP PB	Asiento donde reposa la bomba peristáltica
		Motor de Bomba	SSP MB	Proporciona la potencia y movimiento a la bomba
		Rotor Bomba	SSP RB	Parte móvil de la bomba
		Eje del Motor	SSP EM	Transmite el movimiento entre el motor y el rotor
	SUBSISTEMA CENTRÍFUGO SSC	Sensor de Pérdida de Sangre	SSC SPS	Para el equipo si es que siente que hay alguna fuga de sangre en el bowl
		Grupo LED	SSC GL	Sensa la calidad de lavado de la sangre
		Sensor de Hemoglobina	SSC SH	Sensor óptico que mide la cantidad de hemoglobina en la sangre

		Pocillo	SSC PC	Lugar donde se realiza el lavado de la sangre mediante el bowl adecuado
		Lector de Código de Barras	SSC LCB	Permite identificar automáticamente el bowl con el cual se va a lavar la sangre
		Soporte Lector Código de Barras	SSC SLCB	Soporte de lector de código de barras
		Fibra Optica	SSC FO	Transmite los datos de velocidad de la bomba centrífuga
		Disco Encoder	SSC DE	Medidor de revoluciones para la bomba centrífuga
		Motor Centrífuga	SSC MC	Motor Bomba Centrífuga que da hasta un máximo de 5600rpm
		Luz Interna Pocillo	SSC LIP	Luz para observar lo que sucede dentro del pocillo
		Acople Centrífuga	SSC AC	Acople que une el rotor de la bomba centrífuga con el motor
		Sensor Buffy Coat	SSC SBC	
		Switch Encoder	SSC SE	Switch para calibrar el disco encoder
		Brazo Excéntrico	SSC BE	Brazo que centra el bowl de lavado en la posición correcta para poder procesar la sangre
		Sensor de Brazo	SSC SB	Sensor que nos dice si el bowl esta correctamente acoplado
		Plato Centrífuga	SSC PC	Lugar donde reposa la bomba centrífuga
SISTEMA MECÁNICO SM	SUBSISTEMA DE MORDAZAS SSM	Grupo de Mordazas	SSM GM	Grupo de 3 mordazas que se abren y se cierran dependiendo del ciclo en el que se encuentre el equipo
		Nuez de Apertura/Cierre	SSM NAC	Mecanismo que abre o cierra el grupo de mordazas
		Sensor de Presión Línea de Vacío	SSM SPLV	Sensor de presión para saber si es que la presión está muy elevada en la bolsa de sangre recuperada
		Sensor de Mordaza	SSM SM	Sensor de posición que permite saber si es que alguna de las mordazas esta atascada
		Switch Optico	SSM SO	Sensor óptico que permite saber cual de las tres mordazas está abierta
	SUBSISTEMA DE BOWL SSB	Cubierta Electa	SSB CE	Tapa transparente pocillo
		Seguro para Cubierta	SSB SC	Seguro para la tapa el cual se cierra mediante una electroválvula cuando la bomba centrífuga está girando
		Topes Bandeja	SSB TB	Topes laterales de la bandeja para heparina
		Kit Tornillos para Tapa	SSB KTT	Tornillos que aseguran la tapa
		Sistema de Cerradura	SSB SC	Electroválvula que acciona el seguro de la cubierta cuando la centrífuga está girando

		Palanca de Apertura	SSB PA	Palanca manual que permite abrir el seguro de la cubierta en caso de una pérdida de energía eléctrica
		Sensor de Cubierta	SSB SEC	Sensor de posición que permite saber si la tapa de la cubierta está cerrada o abierta
		Sensor de Burbujas/Hematocrito	SSB SBH	Sensor óptico que mide el nivel de hematocrito en la sangre que ingresa como en la sangre recuperada
		Bisagra de Cerradura	SSB BC	Bisagra de la cubierta

Elaboración: Propia

4.7.4 CODIFICACIÓN DE FALLOS

Una vez que se tiene estructurada la codificación para la máquina de autotransfusión Electa hay que describir los modos de fallo más importantes para todos sus componentes.

Tabla 4.30 Codificación de Fallos

TIPO DE FALLO	CÓDIGO
Elemento mal acoplado	F1
Error en las lecturas de elemento	F2
Desgaste	F3
Error en la calibración	F4
Recalentamiento	F5
Rotura del Elemento	F6
Atascamiento	F7
Recalentamiento	F8
Avería del elemento	F9

Elaboración: Propia

4.7.5 TABLAS AMFE

En la Tabla 4.31 hasta la Tabla 4.40 se desarrolla el Análisis Modal de Falla y Efecto para los componentes de la Máquina de Autotransfusión Electa Concept, en el cual se identifica los diferentes tipos de fallo para poder tomar acciones preventivas y de mejora.

Tabla 4.31 AMFE Subsistema de Vacío

		ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS								
		SISTEMA	SISTEMA DE BOMBAS SB	REALIZADO POR	Eduardo Espinoza P				Página	
		SUBSISTEMA	SUBSISTEMA DE VACÍO SSV	REVISADO POR	XXXXXXXXXX				1 de 2	
COMPONENTE		TIPO DE FALLO	CÓDIGO DE FALLO	EFECTO	CAUSA	CONDICIÓN ACTUAL				ESTADO
						G	F	D	IPR	
Electroválvula de Vacío	SSV ELV	Error en la calibración	F4	Pérdida de presión en la línea de vacío	Falla electrónica en el actuador de vacío	5	1	7	35	Normal
				Exceso de presión en la línea de vacío						
Bomba de Vacío	SSV BV	Recalentamiento	F5	Pérdida de presión en la línea de vacío	Oclusión en algún punto de la línea de vacío	5	2	4	40	Normal
				Paro de la bomba						
Silenciador	SSV SL	Rotura del Elemento	F6	Ruido excesivo en el funcionamiento de la bomba de vacío	Error en las líneas de ensamblaje	6	1	3	18	Normal
		Elemento mal acoplado	F1							

Tabla 4.32 AMFE Subsistema de Vacío

		ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS								
		SISTEMA	SISTEMA DE BOMBAS SB	REALIZADO POR	Eduardo Espinoza P				Página	
		SUBSISTEMA	SUBSISTEMA DE VACÍO SSV	REVISADO POR	XXXXXXXXXX				2 de 2	
COMPONENTE		TIPO DE FALLO	CÓDIGO DE FALLO	EFECTO	CAUSA	CONDICIÓN ACTUAL				ESTADO
						G	F	D	IPR	
Filtro de Vacío	SSV FV	Elemento mal acoplado	F1	Ingreso de impurezas en la línea de vacío	Falla en la instalación al momento de colocar un nuevo filtro	5	3	1	15	Normal
		Desgaste	F3		No hacer una inspección visual del filtro al momento de realizar el mantenimiento preventivo	7	4	1	28	Normal
		Rotura del Elemento	F6		Falla en la instalación al momento de colocar un nuevo filtro	5	3	1	15	Normal

Tabla 4.33 AMFE Subsistema Peristáltico

		ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS								
		SISTEMA	SISTEMA DE BOMBAS SB	REALIZADO POR	Eduardo Espinoza P				Página	
		SUBSISTEMA	SUBSISTEMA PERISTÁLTICO SSP	REVISADO POR	XXXXXXXXXX				1 de 2	
COMPONENTE		TIPO DE FALLO	CÓDIGO DE FALLO	EFECTO	CAUSA	CONDICIÓN ACTUAL				ESTADO
						G	F	D	IPR	
Sensor de Rotación	SSP SR	Error en la calibración	F4	Error en la medición de las revoluciones de la bomba peristáltica	Falla en con el controlador electrónico sel sensor	9	2	8	144	Paro Inmediato
				Error en la administración de los litros por minuto						
Sello de Bomba	SSP SB	Rotura del Elemento	F6	En el caso de haber fugas en el sistema la filtración afectaría al motor peristáltico	Error en el ensamble de fábrica	8	1	8	64	Normal
		Elemento mal acoplado	F1							
Motor de Bomba	SSP MB	Recalentamiento	F5	Paro de la máquina	Error en la lectura del sensor de rotación	7	2	6	84	Preocupante
		Atascamiento	F7		Atascamiento del rotor con las mangueras del descartable	8	3	1	24	Normal

Tabla 4.34 AMFE Subsistema Peristáltico

		ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS								
		SISTEMA	SISTEMA DE BOMBAS SB	REALIZADO POR	Eduardo Espinoza P				Página	
		SUBSISTEMA	SUBSISTEMA PERISTÁLTICO SSP	REVISADO POR	XXXXXXXXXX				2 de 2	
COMPONENTE		TIPO DE FALLO	CÓDIGO DE FALLO	EFECTO	CAUSA	CONDICIÓN ACTUAL				ESTADO
						G	F	D	IPR	
Rotor de Bomba	SSP RB	Elemento mal acoplado	F1	Falta de oclusión en las mangueras, por tanto mala administración de flujo	Manipulación incorrecta del elemento	7	7	1	49	Normal
		Desgaste	F3		Horas de bombeo	6	2	7	84	Preocupante
		Rotura del Elemento	F6		Manipulación incorrecta del elemento	9	2	1	18	Normal
		Atascamiento	F7	Paro del flujo de sangre	Mala colocación del set descartable	6	7	1	42	Normal

Tabla 4.35 AMFE Subsistema Centrífugo

		ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS								
		SISTEMA	SISTEMA DE BOMBAS SB	REALIZADO POR	Eduardo Espinoza P				Página	
		SUBSISTEMA	SUBSISTEMA CENTRÍFUGO SSC	REVISADO POR	XXXXXXXXXX				1 de 2	
COMPONENTE		TIPO DE FALLO	CÓDIGO DE FALLO	EFECTO	CAUSA	CONDICIÓN ACTUAL				ESTADO
						G	F	D	IPR	
Sensor de pérdida de sangre	SSC SPS	Error en las lecturas del elemento	F2	No detectaría cualquier tipo de fuga dentro del bowl	Utilización de químicos fuertes de la limpieza del bowl	7	2	6	84	Preocupante
Sensor de Hemoglobina	SSC SH	Error en la calibración	F4	Error en las mediciones de la hemoglobina presente en la sangre	Horas de uso sin un control de mantenimiento preventivo periódico	9	6	6	324	Paro Inmediato
		Error en las lecturas del elemento	F2							
Pocillo	SSC PC	Rotura del Elemento	F6	Filtración de líquido en caso de alguna fuga del sistema	Mala manipulación del equipo por parte del operario	9	1	8	72	Normal
Lector de Código de Barras	SSC LCB	Error en las lecturas del elemento	F2	No detectaría el tipo de descartable que se está utilizando	Desgaste excesivo del lector	1	2	4	8	Normal

Tabla 4.36 AMFE Subsistema Centrífugo

		ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS								
		SISTEMA	SISTEMA DE BOMBAS SB	REALIZADO POR	Eduardo Espinoza P				Página	
		SUBSISTEMA	SUBSISTEMA CENTRÍFUGO SSC	REVISADO POR	XXXXXXXXXX				2 de 2	
COMPONENTE		TIPO DE FALLO	CÓDIGO DE FALLO	EFECTO	CAUSA	CONDICIÓN ACTUAL				ESTADO
						G	F	D	IPR	
Disco Encoder	SSC DE	Desgaste	F3	Error en las lecturas de rpm en la bomba centrífuga	Mal acoplamiento del elemento	9	2	9	162	Paro Inminente
		Rotura del Elemento	F6	Subida de las rpm de la bomba centrífuga						
		Atascamiento del Elemento	F7							
Motor Centrífuga	SSC MC	Avería del Elemento	F8	Paro de la bomba centrífuga	Daño en el controlador electrónico del motor	8	1	9	72	Normal
		Atascamiento del Elemento	F7		Elemento extraño atascado en los platillos de la bomba centrífuga	9	1	7	63	Normal
Brazo Excéntrico	SSC BE	Elemento mal acoplado	F1	Paro de la campana de lavado de sangre	Falla en el armado del kit descartable	2	8	6	96	Preocupante
		Atascamiento	F7			2	4	5	40	Normal

Tabla 4.37 AMFE Subsistema de Mordazas

		ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS								
		SISTEMA	SISTEMA MECÁNICO SM	REALIZADO POR	Eduardo Espinoza P				Página	
		SUBSISTEMA	SUBSISTEMA DE MORDAZAS SSM	REVISADO POR	XXXXXXXXXX				1 de 2	
COMPONENTE		TIPO DE FALLO	CÓDIGO DE FALLO	EFECTO	CAUSA	CONDICIÓN ACTUAL				ESTADO
						G	F	D	IPR	
Grupop de Mordazas	SSM GM	Atascamiento	F7	Mala distribución de la sangre en las distintas fases de la autotransfusión	Mala manipulación al momento de montar el kit descartable	8	1	1	8	Normal
		Rotura del Elemento	F6							
		Avería del Elemento	F8							
Nuez de Apertura/Cierre	SSM NAC	Rotura del Elemento	F6	Mala distribución de la sangre en las distintas fases de la autotransfusión	Mala manipulación al momento de montar el kit descartable	8	1	1	8	Normal
Sensor de Presión Línea de Vacío	SSM SPLV	Error en la calibración	F4	Presión elevada en la línea de recuperación, rotura de la bolsa de recuperación y derrame de sangre inminente	Debido a las horas de uso el sensor sufre desgaste y debe ser calibrado	9	1	8	72	Normal

Tabla 4.38 AMFE Subsistema de Mordazas

		ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS								
		SISTEMA	SISTEMA MECÁNICO SM	REALIZADO POR	Eduardo Espinoza P				Página	
		SUBSISTEMA	SUBSISTEMA DE MORDAZAS SSM	REVISADO POR	XXXXXXXXXX				2 de 2	
COMPONENTE		TIPO DE FALLO	CÓDIGO DE FALLO	EFECTO	CAUSA	CONDICIÓN ACTUAL				ESTADO
						G	F	D	IPR	
Sensor de Mordazas	SSM SM	Avería del Elemento	F8	Cierre parcial de las mordazas, por lo tanto mala distribución de la sangre en las distintas fases de la autotransfusión	Error operativo al momento de desmontar el kit descartable	8	2	5	80	Preocupante

Tabla 4.39 AMFE Subsistema de Bowl

		ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS								
		SISTEMA	SISTEMAMECÁNICO SM	REALIZADO POR	Eduardo Espinoza P				Página	
		SUBSISTEMA	SUBSITEMA DE BOWL SSB	REVISADO POR	XXXXXXXXXX				1 de 2	
COMPONENTE		TIPO DE FALLO	CÓDIGO DE FALLO	EFECTO	CAUSA	CONDICIÓN ACTUAL				ESTADO
						G	F	D	IPR	
Cubierta Electa	SSB CE	Desgaste	F3	Poca visibilidad dentro del Bowl	Utilización de elementos de limpieza inadecuados	1	1	1	1	Normal
		Rotura del Elemento	F6	Peligro al momento de accionar la bomba centrífuga	Golpe sobre la cubierta	6	1	1	6	Normal
Sistema de Cerradura	SSB SC	Error en las lecturas del elemento	F2	No poder cerrar la cubierta del equipo lo cual evitaría el accionamiento de la bomba centrífuga	Atascamiento del elemento	5	2	6	60	Normal
					Falla en el Sensor de Cubierta SSB SEC	5	1	7	35	Normal
Palanca de Apertura	SSB PA	Atascamiento	F7	No poder cerrar la cubierta del equipo lo cual evitaría el accionamiento de la bomba centrífuga	Falla en el Sensor de Cubierta SSB SEC	7	1	6	42	Normal

Tabla 4.40 AMFE Subsistema de Bowl

		ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS								
		SISTEMA	SISTEMAMECÁNICO SM	REALIZADO POR	Eduardo Espinoza P				Página	
		SUBSISTEMA	SUBSISTEMA DE BOWL SSB	REVISADO POR	XXXXXXXXXX				2 de 2	
COMPONENTE		TIPO DE FALLO	CÓDIGO DE FALLO	EFECTO	CAUSA	CONDICIÓN ACTUAL				ESTADO
						G	F	D	IPR	
Sensor de Hematocrito	SSB SBH	Error en las lecturas del elemento	F2	Obtener sangre de baja calidad para el paciente, con pocos glóbulos conteos	Mala calibración del sensor	9	7	4	252	Paro Inminente
		Desgaste	F3		Opacidad de la ventana del sensor óptico	9	8	4	288	Paro Inminente
		Error en la calibración	F4		Utilización de herramientas descalibradas	9	5	4	180	Paro Inminente

4.7.6 ACCIÓN CORRECTORA

Una vez realizado el análisis de los modos de fallo en el cual se identificó los fallos que generan un índice significativo de prioridad y riesgo hay que plantear las posibles soluciones para que el IPR disminuya.

En la Tabla 4.41 hasta la Tabla 4.44 se desarrolla las acciones correctoras con el nuevo cálculo del IPR.

Tabla 4.41 AMFE Correctiva Subsistema Peristáltico

		ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS										
		SISTEMA	SISTEMA DE BOMBAS SB	REALIZADO POR	Eduardo Espinoza P						Página	
		SUBSISTEMA	SUBSISTEMA PERISTÁLTICO SSP	REVISADO POR	XXXXXXXXXX						1 de 1	
COMPONENTE		TIPO DE FALLO	CÓDIGO DE FALLO	EFECTO	CAUSA	ACCIONES CORRECTIVAS	RESPONSABLE	CONDICIÓN ACTUAL				ESTADO
								G	F	D	IPR	
Sensor de Rotación	SSP SR	Error en la calibración	F4	Error en la medición de las revoluciones de la bomba peristáltica	Falla en con el controlador electrónico sel sensor	Cambio del controlador electrónico del sensor	Eduardo Espinoza	5	2	4	40	Normal
				Error en la administración de los litros por minuto								
Motor de Bomba	SSP MB	Recalentamiento	F5	Paro de la máquina	Error en la lectura del sensor de rotación	Cambio del sensor de rotación	Eduardo Espinoza	4	2	4	32	Normal
Rotor de Bomba	SSP RB	Desgaste	F3	Paro de la máquina	Horas de bombeo	Cambio del Rotor de la Bomba	Eduardo Espinoza	5	1	4	20	Normal

Tabla 4.42 AMFE Correctiva Subsistema Centrífugo

		ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS										
		SISTEMA	SISTEMA DE BOMBAS SB	REALIZADO POR	Eduardo Espinoza P				Página			
		SUBSISTEMA	SUBSISTEMA CENTRÍFUGO SSC	REVISADO POR	XXXXXXXXXX				1 de 1			
COMPONENTE		TIPO DE FALLO	CÓDIGO DE FALLO	EFECTO	CAUSA	ACCIONES CORRECTIVAS	RESPONSABLE	CONDICIÓN ACTUAL				ESTADO
								G	F	D	IPR	
Disco Encoder	SSC DE	Desgaste	F3	Error en las lecturas de rpm en la bomba centrífuga	Mal acoplamiento del elemento	Rensamblar el grupo de rodamientos de la bomba centrífuga	Eduardo Espinoza	8	1	4	32	Normal
		Rotura del Elemento	F6	Subida de las rpm de la bomba centrífuga								
		Atascamiento del Elemento	F7									
Brazo Excéntrico	SSC BE	Elemento mal acoplado	F1	Paro de la campana de lavado de sangre	Falla en el armado del kit descartable	Centrar y ajustar la posición de la campana descartable con el brazo excéntrico	Paola Vargas	2	7	1	14	Normal

Tabla 4.43 AMFE Correctiva Subsistema de Mordazas

		ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS										
		SISTEMA	SISTEMA MECÁNICO SM	REALIZADO POR	Eduardo Espinoza P				Página			
		SUBSISTEMA	SUBSISTEMA DE MORDAZAS SSM	REVISADO POR	XXXXXXXXXX				1 de 1			
COMPONENTE		TIPO DE FALLO	CÓDIGO DE FALLO	EFECTO	CAUSA	ACCIONES CORRECTIVAS	RESPONSABLE	CONDICIÓN ACTUAL				ESTADO
								G	F	D	IPR	
Sensor de Mordazas	SSM SM	Avería del Elemento	F8	Cierre parcial de las mordazas, por lo tanto mala distribución de la sangre en las distintas fases de la autotransfusión	Error operativo al momento de desmontar el kit descartable	Ajuste del vástago que controla la apertura y el cierre de las 3 mordazas	Eduardo Espinoza	3	3	2	18	Normal

Tabla 4.44 AMFE Correctiva Subsistema de Bowl

		ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS										
		SISTEMA	SISTEMAMECÁNICO SM	REALIZADO POR	Eduardo Espinoza P						Página	
		SUBSISTEMA	SUBSITEMA DE BOWL SSB	REVISADO POR	XXXXXXXXXX						1 de 1	
COMPONENTE		TIPO DE FALLO	CÓDIGO DE FALLO	EFECTO	CAUSA	ACCIONES CORRECTIVAS	RESPONSABLE	CONDICIÓN ACTUAL				ESTADO
								G	F	D	IPR	
Sensor de Hematocrito	SSB SBH	Error en las lecturas del elemento	F2	Obtener sangre de baja calidad para el paciente, con pocos glóbulos conteos	Mala calibración del sensor	Calobrar el sensor de hematocrito	Eduardo Espinoza	5	4	2	40	Normal
		Desgaste	F3		Opacidad de la ventana del sensor óptico	Cambiar el sensor de hematocrito	Eduardo Espinoza	5	2	7	70	Normal
		Error en la calibración	F4		Utilización de herramientas descalibradas	Realizar un plan de calibración para los instrumentos de medición utilizados en las actividades de mantenimiento preventivo	Eduardo Espinoza	6	2	2	24	Normal

4.8 PROGRAMACIÓN Y ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO

El mantenimiento de la máquina es responsabilidad del personal asignado y calificado para poder realizarlo. Las actividades de mantenimiento preventivo consisten en ajustes, calibraciones, mediciones de todos los componentes de la máquina con el objetivo de optimizar el rendimiento del equipo a lo largo de su vida útil.

Todas las actividades de mantenimiento deben ser realizadas por personal entrenado y calificado en la respectiva fábrica, en la Figura 4.17 se puede observar el certificado de entrenamiento de Eduardo Espinoza para realizar los trabajos de mantenimiento preventivo y correctivo en la máquina de autotransfusión ELECTA.

Para programar las actividades de mantenimiento preventivo hay que tomar en cuenta varios factores importantes como: horas de uso, condiciones de uso o fecha calendario lo que suceda primero.

La programación de las actividades de mantenimiento viene muy de la mano con las recomendaciones del fabricante que por lo general toman como aspecto más importante las horas de uso.

International Region



 **SORIN GROUP**
AT THE HEART OF MEDICAL TECHNOLOGY
SORIN GROUP DEUTSCHLAND GMBH

CERTIFICATE OF TRAINING

Eduardo Espinoza
Mechanical Engineer

of the Company/Hospital

Corpomedica Cia Ltda.

(Quito, Ecuador)

has successfully completed the FSE Level Service Trainings No. 1334,1335,1337 and 1339 on the S5/C5, S5/C5 Accessories, XTRA/XVAC and Electa Autotransfusion Systems held from 14.10.2013 to 30.10.2013.

Trainer(s): Olaf Hörl

This certifies that the trainee is qualified to perform Service and Maintenance measures commensurate to the level of the training received.

Certification expiration date: 14.10.2016

Conditions of validity:

- 1) This Training Certificate is issued solely to the person indicated above as a representative of the cited company. Expiration of this certificate occurs under the following conditions:
 - After the indicated expiration date
 - In the event of termination of the commercial relationship between the cited company and Sorin Group
 - In the event of termination of the commercial relationship between the trainee and the cited company
- 2) The BIO level of qualification allows the trainee to perform all activities classified as normal maintenance as listed in the Operating Instructions. These activities do not include the repair of internal assemblies, Preventive Maintenance, and/or the performance of Technical Safety Inspections. These measures require a FSE level training.
- 3) The technical documentation used (Service Manuals, Field Change Orders, Field Engineering Notes, technical bulletins) must be readily available for reference and kept updated to the current version(s).

30.10.2013
DATE:

 **SORIN GROUP**
DEUTSCHLAND GMBH
Abteilung Technischer Service
Lindberghstr. 25 • D-80939 München-Germany
Tel. +49 (0)89 323 01-125 • Fax +49 (0)89 323 01-777


TRAINER:

Olaf Hörl
Systems Trainer
SORIN GROUP Deutschland GmbH

Figura 4.17 Certificado de Entrenamiento SORIN

4.8.1 ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO

Las actividades de mantenimiento se subdividen en intervalos de tiempo recomendados por el fabricante.

4.8.1.1 MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE SERVICIO O DIARIO

Este mantenimiento de rutina o diario debe realizarse cada vez que se usa el equipo y consiste en:

- Limpieza y desinfección de la parte exterior
- Verificación del filtro de la línea de vacío
- Verificación del pocillo de seguridad

4.8.1.2 MANTENIMIENTO PREVENTIVO CADA 12 MESES

El mantenimiento que se realiza cada 12 meses es también llamado Overhaul que significa la revisión, reparación y reacondicionamiento de todos los sistemas y subsistemas de la máquina.

A continuación las actividades realizadas en el overhaul:

4.8.1.2.1 Limpieza y Desinfección

Las tareas de limpieza y desinfección completa del sistema debe realizarse con cada procedimiento de autotransfusión, abarcando las siguientes partes:

- Limpieza externa
- Limpieza del asiento de la bomba centrífuga
- Limpieza del bowl donde se aloja la bomba centrífuga
- Limpieza del cable de poder para la corriente eléctrica

4.8.1.2.2 Revisión de las Fuentes Eléctricas de Poder

La máquina de autotransfusión ELECTA se compone de cuatro fuentes de poder para el funcionamiento de los distintos sistemas, estas son:

- +30V
- +12V
- -12V
- +5V

Hay que verificar que los voltajes correspondientes lleguen a cada una de las tarjetas electrónicas controladoras de los actuadores mecánicos.

4.8.1.2.3 Partes Mecánicas

A continuación las actividades de revisión de las partes mecánicas de la máquina:

- Revisión de la oclusión de la bomba peristáltica
- Revisión de la velocidad de la bomba peristáltica
- Revisión de la dirección de giro de la bomba peristáltica
- Pruebas con la velocidad de la bomba centrífuga
- Revisión de los pines de anclaje en la bomba centrífuga
- Revisión de los sensores en el grupo de mordazas
- Revisión de la oclusión de cada mordaza
- Pruebas en la línea de vacío
- Pruebas en el sistema de cierre

4.8.1.2.4 Señales Digitales

A continuación las actividades de revisión de las señales digitales de la máquina:

- Revisión del sensor de burbujas
- Revisión del sensor del brazo excéntrico
- Revisión del sensor de pérdida de sangre
- Revisión del sensor de la funda de desechos

4.8.1.2.5 Señales Análogas

A continuación las partes a ser revisadas dentro del grupo de señales análogas de la máquina:

- Sensor de Hemoglobina HGB
- Sensor de Hematocrito HCT
- Sensor de peso en el brazo del bowl

- Sensor de presión en la línea de recuperación

En las Tabla 4.45 hasta Tabla 4.48 se describen cada una de las actividades de mantenimiento mediante un detallado diagrama de procesos.

Tabla 4.45 Actividades de Mantenimiento Sistema Mecánico/Bombas

		ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO						
		Sistema: SISTEMA MECÁNICO/SISTEMA DE BOMBAS						
		Subsistema	Subsistema Centrífugo	Código	SSC			
Subsistema de Bowl	SSB							
Componentes					Código			
Pocillo					SSC-PC			
Sensor de Pérdida de Sangre					SSC-SPS			
Plato Centrífuga					SSC-PC			
PROCESO: Autotransfusión			ACTIVIDAD		General			
SUBPROCESO: N/A			Operación		26			
ACTIVIDAD: Limpieza e higienización de la parte externa, pocillo centrífuga			Transporte		0			
			Espera		0			
RESPONSABLE: Eduardo Espinoza			Inspección		4			
PROCEDER: Limpieza general y deinfección de toda la superficie externa de la máquina de autotransfusión			Almacenamiento		0			
			TIEMPO (min)		30			
N.	DESCRIPCIÓN						Tiempo min	OBSERVACIONES
1	Colocar la máquina en un lugar nivelado	●					2	Evitar el movimiento de la máquina durante las actividades de mantenimiento.
2	Inspección visual del reservorio de seguridad				●		4	Revisar si es que ha ocurrido algún tipo de derrame en su interior
3	Retirar el reservorio de seguridad y, en caso de encontrar desechos de sangre, desecharlo de inmediato	●					2	Desechar el reserorio de seguridad tomando en cuenta todas las precauciones para desechos con riesgo biológico
4	Colocar un reservorio de seguridad nuevo	●					2	Comprobar que el reservorio quede bien ajustado
5	Limpiar toda la superficie externa de la máquina con agua oxigenada o alcohol	●					20	El agua oxigendad debe ser de un máximo de 10vol
No	Personal Necesario		Herramientas			Insumos/Repuestos		
1	Eduardo Espinoza/Gerente de Ingeniería		Bidón de plástico			Agua oxigenada 10vol		
2	André Endara/Asistente Técnico					Alcohol Antiséptico		
						Guantes de caucho		
						Mascarilla		

Elaboración: Propia

Tabla 4.46 Actividades de Mantenimiento Sistema Electrónico

		ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO						
		Sistema: SISTEMA ELECTRÓNICO						
	Subsistema	Tarjeta Maestra	Código			ELC MBE		
		Tarjeta de Actuadores				ELC ABE		
		Tarjeta de Poder				ELC PSE		
		Tarjeta de Sensores				ELC SBE		
		Tarjeta de Display				ELC DBEC		
Componentes						Código		
TP2, TP7, TP75, TP64						TP		
TP8, TP7, PIN 2 J22, TP64, TP80, TP71, TP23, TP27						TP		
TP3, TP7, TP72, TP64, TP79, TP71, TP26, TP27						TP		
TP6, TP7, TP65, TP64, TP78, TP71, TP20, TP27, TP23, TP35						TP		
PROCESO: Autotransfusión					ACTIVIDAD		General	
SUBPROCESO: N/A					Operación		25	
ACTIVIDAD: Comprobar que los voltajes correspondientes a +30v, +12v, -12v, +5v lleguen a cada una de las tarjetas electrónicas					Transporte		0	
					Espera		0	
RESPONSABLE: Eduardo Espinoza					Inspección		50	
PROCEDER: Medir el voltaje en cada las tarjetas electrónicas en los pines correspondientes.					Almacenamiento		0	
					TIEMPO (min)		75	
N.	DESCRIPCIÓN						Tiempo min	OBSERVACIONES
1	Abrir las tapas laterales de la máquina	●					5	Descubrir las partes laterales de la máquina para poder tener acceso a las tarjetas electrónicas
2	Verificar que no haya señales de daño en todas las tarjetas electrónicas				●		2	Constatar que no haya señales de componentes circuitados
3	Ubicar la tarjeta de poder PSE con los pines electrónicos que van a ser medidos				●		10	Ubicar los pines electrónicos antes de empezar las mediciones para evitar tocar contactos incorrectos
4	Medir +30V entre TP2 y TP7 (tierra)	●					1	Tener cuidado de medir en los pines indicados para evitar un corto circuito
5	Medir +12V entre TP6 y TP7 (tierra)	●					1	Tener cuidado de medir en los pines indicados para evitar un corto circuito
6	Medir -12V entre TP3 y TP7 (tierra)	●					1	Tener cuidado de medir en los pines indicados para evitar un corto circuito
7	Medir +5V entre TP6 y TP7 (tierra)	●					1	Tener cuidado de medir en los pines indicados para evitar un corto circuito

8	Ubicar la tarjeta de actuadores ABE con los pines electrónicos que van a ser medidos					10	Ubicar los pines electrónicos antes de empezar las mediciones para evitar tocar contactos incorrectos
9	Medir +30V entre TP75 y TP64 (tierra)	●				1	Tener cuidado de medir en los pines indicados para evitar un corto circuito
10	Medir +12V entre P2 J22 y TP64 (tierra)	●				1	Tener cuidado de medir en los pines indicados para evitar un corto circuito
11	Medir -12V entre TP72 y TP64 (tierra)	●				1	Tener cuidado de medir en los pines indicados para evitar un corto circuito
12	Medir +5V entre TP65 y TP64 (tierra)	●				1	Tener cuidado de medir en los pines indicados para evitar un corto circuito
13	Ubicar la tarjeta maestra MBE con los pines electrónicos que van a ser medidos				●	10	Ubicar los pines electrónicos antes de empezar las mediciones para evitar tocar contactos incorrectos
14	Medir +12V entre TP80 y TP71 (tierra)	●				1	Tener cuidado de medir en los pines indicados para evitar un corto circuito
15	Medir -12V entre TP79 y TP71 (tierra)	●				1	Tener cuidado de medir en los pines indicados para evitar un corto circuito
16	Medir +5V entre TP78 y TP71 (tierra)	●				1	Tener cuidado de medir en los pines indicados para evitar un corto circuito
17	Ubicar la tarjeta de sensores SBE con los pines electrónicos que van a ser medidos				●	10	Ubicar los pines electrónicos antes de empezar las mediciones para evitar tocar contactos incorrectos
18	Medir +12V entre TP23 y TP27 (tierra)	●				1	Tener cuidado de medir en los pines indicados para evitar un corto circuito
19	Medir -12V entre TP26 y TP27 (tierra)	●				1	Tener cuidado de medir en los pines indicados para evitar un corto circuito
20	Medir +5V entre TP20 y TP27 (tierra)	●				1	Tener cuidado de medir en los pines indicados para evitar un corto circuito
21	Ubicar la tarjeta de display DBEC con los pines electrónicos que van a ser medidos				●	10	Ubicar los pines electrónicos antes de empezar las mediciones para evitar tocar contactos incorrectos
22	Medir +12V entre TP24 y TP35 (tierra)	●				1	Tener cuidado de medir en los pines indicados para evitar un corto circuito
23	Medir +5V entre TP23 y TP35 (tierra)	●				1	Tener cuidado de medir en los pines indicados para evitar un corto circuito
24	Cerrar las tapas laterales de la máquina	●				5	Evitar acodar alguno de los cables eléctricos de las tarjetas electrónicas
No	Personal Necesario				Herramientas		Insumos/Repuestos
1	Eduardo Espinoza/Gerente de Ingeniería				Multímetro Digitaly accesorios		
2	André Endara/Asistente Técnico				Linterna		
					Desarmador de estrella		

Elaboración: Propia

Tabla 4.47 Actividades de Mantenimiento Sistema de Bombas

		ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO						
		Sistema: SISTEMA DE BOMBAS						
		Subsistema	Subsistema de Vacío	Código	ELC SSV			
			Subsistema Peristáltico		ELC SSP			
					ELC SSC			
Componentes					Código			
Bomba de Vacío					SSV BV			
Filtro de Vacío					SSV FV			
Electroválvula de Vacío					SSV ELV			
Válvula Neumática					SSV VN			
Adaptador para filtro					SSV ADF			
Sensor de Rotación					SSP SR			
Sello de Bomba					SSP SB			
Motor de Bomba					SSP MB			
Rotor de Bomba					SSP RB			
Eje del Motor					SSP EM			
Disco Encoder					SSC DE			
Motor Centrífuga					SSC MC			
Acople Centrífuga					SSC AC			
Brazo Excéntrico					SSC BE			
Sensor de Brazo					SSC SB			
Plato Centrífuga					SSC PC			
PROCESO: Autotransfusión			ACTIVIDAD		General			
SUBPROCESO: N/A			Operación		23			
ACTIVIDAD: Revisión y calibración de las partes mecánicas de las bombas			Transporte		0			
			Espera		1			
RESPONSABLE: Eduardo Espinoza			Inspección		17			
PROCEDER: Medir y calibrar las velocidades, oclusiones de las respectivas bombas			Almacenamiento		0			
			TIEMPO (min)		41			
N.	DESCRIPCIÓN						Tiempo min	OBSERVACIONES
1	Ingresar al menu de Servicio Técnico de la máquina	●					1	La clave de ingreso para el menu son los botones 5+4+STOP
2	Ingresar al menu de Actuadores/Control de Bomba	●					1	Verificar que sea el menu correcto ya que en Actuadores hay varias opciones
3	Montar la herramienta/sensor #63015	●					3	Verificar que la parte del cassette esté bien puesta sin acodar las mangueras

4	Conectar el acoplo medidor de presión en el multímetro	●				2	Abrir el lado B del sistema y conectar el medidor en el lado A
5	Verificar que no haya fugas en la línea de prueba				●	2	Cerrar todas las válvulas que no sean la A y la B
6	Prender la bomba peristáltica a una velocidad de 10ml/min hasta tener una presión de 1,5bar	●				1	Verificar las unidades de medida en el medidor de presión
7	Medir que en un tiempo de 60s no haya fugas mayores a 0,1bar				●	1	Repetir el proceso para los dos actuadores de la bomba peristáltica
8	Desmontar la herramienta/sensor #63015	●				2	Sacar con cuidado la parte del cassette para evitar dañar la herramienta
9	Ingresar al menu de Actuadores/Control Centrifuga	●				1	Verificar que sea el menu correcto ya que en Actuadores hay varias opciones
10	Encender la bomba centrífuga a una velocidad de 5600rpm y medir las revoluciones con un tacómetro digital				●	5	Chequear que la velocidad en el tacómetro esté entre 5550 y 5650 rpm
11	Bajar la velocidad de la bomba centrífuga hasta 300rpm y con una lámpara stroboscópica comprobar los pines de seguridad				●	5	Tener cuidado con la bomba centrífuga al momento de apuntar la luz stroboscópica
12	Apagar la bomba centrífuga	●				1	Llenar el libro de bitácora
13	Ingresar al menu de Actuadores/Control de Vacío	●				1	Verificar que sea el menu correcto ya que en Actuadores hay varias opciones
14	Montar el set de cardiometría #BT984 en el mástil	●				3	No es necesario que el set descartable sea nuevo
15	Conectar la manguera amarilla a la bomba de vacío y el manómetro en el puerto de medición	●				5	Verificar que todos los demás puertos estén sin ningún tipo de fugas
16	Prender la bomba de vacío y colocar una presión de -200mmHg	●				1	Verificar las unidades de medida en el manómetro
17	Verificar que la medida en el presión esté en el rango -180mmHg a -200mmHg				●	5	No exceder este rango de presión caso contrario el set de cardiometría se puede romper
18	Apagar la bomba de vacío y desmontar todo	●				1	Sacar la manguera amarilla con cuidado sin dañar el filtro
No	Personal Necesario		Herramientas			Insumos/Repuestos	
1	Eduardo Espinoza/Gerente de Ingeniería		Herramienta #63015			Manguera de Vacío	
2	André Endara/Asistente Técnico		Herramienta #63006				

Elaboración: Propia

Tabla 4.48 Actividades de Mantenimiento Sistema Mecánico

		ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO						
		Sistema: SISTEMA MECÁNICO						
		Subsistema	Subsistema de Mordazas	Código	SSM			
Subsistema de Bowl	SSB							
Componentes					Código			
Grupo de Mordazas					SSM GM			
Nuez de Apertura/Cierre					SSM NAC			
Sensor de Presión Línea de Vacío					SSM SPLV			
Seguro para Cubierta					SSB SC			
Sistema de Cerradura					SSB SCC			
Sensor de Burbujas/Hematocrito					SSB SBH			
Sensor Optico de Cerradura					SSB SOC			
PROCESO: Autotransfusión			ACTIVIDAD		General			
SUBPROCESO: N/A			Operación		15			
ACTIVIDAD: Medición, verificación y calibración de las señales digitales y analógicas			Transporte		0			
			Espera		0			
RESPONSABLE: Eduardo Espinoza			Inspección		18			
PROCEDER: Verificar el funcionamiento de sensores y actuadores mediante el uso de herramientas especiales			Almacenamiento		0			
			TIEMPO (min)		33			
N.	DESCRIPCIÓN						Tiempo min	OBSERVACIONES
1	Ingresar al menu de Servicio Técnico de la máquina	●					1	La clave de ingreso para el menu son los botones 5+4+STOP
2	Montar la Herramienta/Sensor #63015	●					3	Verificar que la parte del cassette esté bien puesta sin acodar las mangueras
3	Verificar la lectura en la línea BBD				●		2	Cuando la herramienta está montada debe decir "LIQUID"
4	Desmontar la Herramienta/Sensor #63015	●					1	Tener cuidado con la parte del cassette
5	Colocar alcohol en una toalla absorbente	●					1	De preferencia alcohol antiséptico de baja concentración
6	Mojar el sensor de pérdida de sangre	●					1	Hacerlo con la toalla húmeda
7	Verificar su funcionamiento				●		3	La lectura en la pantalla debe cambiar de "WET" cuando esta húmedo o mojado a "DRY" cuando está seco

8	Montar la Herramienta/Sensor #63015 llena con solución salina	●					3	Verificar que no haya burbujas a lo largo de la línea
9	Verificar que la lectura en la línea de HGB esté en el rango de 885 a 985						5	Probar distintas posiciones de la herramienta al momento de verificar la medida
10	Desmontar la Herramienta/Sensor #63015	●					1	Tener cuidado con la parte del cassette
11	Montar la Herramienta/Sensor #63006	●					1	Verificar que el visor de la herramienta esté limpio para evitar errores en la lectura
12	Verificar que la medida en la línea de HCT esté en el rango de 700-770						5	Si es que el resultado está fuera de rango proceder a calibrar
13	Desmontar la Herramienta/Sensor #63006	●					1	Evitar tocar el visor al momento de desmontar la herramienta
14	Montar la Herramienta/Sensor #63007	●					1	Verificar que este en la posición correcta para evitar errores en las lecturas
15	Verificar que la lectura en la línea de TUBE PRESSUE sea de 4000/5100						3	En caso de no obtener el resultado dentro de rango, proceder con el procedimiento de calibración
16	Desmontar la Herramienta/Sensor #63007	●					1	Verificar que la medida anterior baje a 0 al momento de quitar la herramienta
No	Personal Necesario		Herramientas				Insumos/Repuestos	
1	Eduardo Espinoza/Gerente de Ingeniería		Herramienta #63015				Alcohol	
2	André Endara/Asistente Técnico		Herramienta #63006					
3			Herramienta #63007					

Elaboración: Propia

4.8.2 COSTOS DE MANTENIMIENTO

Lo referente costos de mantenimiento, es decir, repuestos, mano de obra, depreciación de herramientas y equipos de calibración son contemplados en base a los tiempos de mantenimiento, los mismos que son calculados en las hojas de actividades de mantenimiento antes detalladas.

CAPÍTULO V

IMPLEMENTACIÓN DE UN SOFTWARE DE MANTENIMIENTO PARA LOS EQUIPOS COMERCIALIZADOS POR CORPOMEDICA CIA LTDA

5.1 INTRODUCCIÓN

La implementación del Plan de Mantenimiento se realizará mediante la aplicación de un software en el cual se podrá manejar de manera ordenada todos los registros de mantenimiento que se manejarán.

El software nos ayudará a mantener un historial sobre las especificaciones técnicas de cada equipo, registro de la Bitácora de Mantenimiento, registros sobre el Análisis Modal de Falla y Efecto AMFE. Esta herramienta nos servirá como una guía para la aplicación del mantenimiento a tiempo fijo en Corpomédica.



Figura 5.1 Página de Inicio

Los requerimientos para poder instalar el software de mantenimiento son los siguientes:

- Windows XP, 7
- Sistema Operativo de 32 bits
- Procesador Intel Core i5, i7 @ 2,40GHz

Entre las principales características del software está la interfaz amigable para el usuario, capacidad de operatividad.

5.2 DESCRIPCIÓN DE LAS FUNCIONES DEL PROGRAMA

En la ventana de inicio del programa tenemos los íconos de los módulos principales enumerados a continuación:

- Bitácora
- Equipos
- AMFES
- Clientes

- Ordenes de Trabajo
- Salir

5.2.1 CLIENTES

En este módulo se encuentra una base de datos con todos los clientes que Corpomedica tiene a la presente fecha. Esta base de datos sirve para asociar cada equipo médico con su respectivo cliente y el área de operación en la cual se encuentra.

La Base de Datos cargada es la misma descrita en la Tabla 0.3.

5.2.2 EQUIPOS

En este módulo se ingresa las características técnicas de cada equipo médico. Estas características pueden ser modificadas o eliminadas después de haber sido ingresadas.

Corpo Médica

Equipo: ELECTA DI-ELC-C0182-1005-0001

Especificaciones Técnicas:

Nro.	A	B
1	EQUIPO	Máquina para Autotransfusión ELECTA CONCEPT
2	CLIENTE	Hospital Carlos Andrade Marín
3	AREA	Centro Quirúrgico
4	CONTACTO	Lic. Guadalupe Muñoz
5		
6	DIMENSIONES	
7	Altura	1610 mm
8	Largo	613 mm
9	Ancho	270 mm
10	Peso Total	38,9 kg
11		
12	CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS	
13	Fuente de Poder	90 - 255 V
14	Frecuencia	47 - 63 Hz
15	Máxima Corriente	3.0A @ 115V
16		
17	BOMBA CENTRÍFUGA	
18	Velocidad Intraoperatoria	1500 - 5600 rpm
19		
20	BOMBA PERISTÁLTICA	
21	Flujo Intraoperatorio	25 - 1000 ml/min (en pasos de 25 ml/min)
22		
23	BOMBA DE VACÍO	
24	Rango de Operación	0 - 300 mmHG (en pasos de 10 mmHg)
25		

Figura 5.2 Módulo de Equipos

En la ventana de ingreso de equipos tenemos una barra de herramientas para poder ingresar los datos:

ÍCONO	DESCRIPCIÓN
	Nuevo Equipo
	Renombrar Equipo
	Eliminar Equipo
	Guardar Cambios
	Imprimir Tabla
	Exportar a Excel
	Regresar al Menú Principal
	Agregar Fila
	Eliminar Filas

Figura 5.3 Barra de Herramientas Módulo Equipos

5.2.3 ÓRDENES DE TRABAJO

En este módulo se ingresa una descripción detallada de todos los aspectos del trabajo que se llevará a cabo. Una vez que se llenan todos los campos debe ser entregada al responsable de efectuar las tareas de mantenimiento. A continuación en la Figura 5.4 se muestran los campos que deben ser llenados en la orden de trabajo.

Órdenes de Trabajo - Nuevo Registro

Código de Orden :	<input type="text" value="OT-CPM-000001"/>
Código de Equipo :	<input type="text" value="DI-ELC-C0182-1005-0001"/>
Actividad :	<input type="text" value="Revisión Grupo de Mordazas"/>
Estado :	<input type="text" value="Crítico"/>
Trabajo a realizar :	<input type="text" value="Pruebas de Cierre y Apertura"/>
Repuestos y Materiales :	<input type="text" value="Herramienta 63015"/>
Fecha de Entrega :	<input type="text" value="22-jul-2014"/>
Fecha de Recepción :	<input type="text" value="23-jul-2014"/>
Responsable :	<input type="text" value="Eduardo Espinoza"/>
Equipo :	<input type="text" value="ELECTA DI-ELC-C0182-..."/>

Figura 5.4 Campos Orden de Trabajo

Una vez que se llena el registro obtenemos una tabla en la cual podemos visualizar la información ingresada.

The screenshot shows a window titled 'Corpo Médica' with a toolbar containing icons for adding, editing, deleting, printing, and exporting. Below the toolbar is a table with the following data:

Nro.	Cod. Orden	Cod. Equipo	Actividad	Estado	Trab. a Re...	Rep. y Ma...	Fecha Ent...	Fecha Rec...	Responsable	Equipo
1	OT-CPM-00...	DI-ELC-C01...	Revisión Gr...	Crítico	Pruebas de ...	Herramient...	22-jul-2014	23-jul-2014	Eduardo Es...	ELECTA DI-...

Figura 5.5 Orden de Trabajo

Al igual que el módulo anterior tenemos una barra de herramientas:

ÍCONO	DESCRIPCIÓN
	Nueva Orden de Trabajo
	Editar Fila Seleccionada
	Eliminar Fila Seleccionada
	Limpiar Campos de Texto
	Imprimir Tabla
	Exportar a Excel
	Regresar al Menú Principal

Figura 5.6 Barra de Herramientas Módulo Orden de Trabajo

5.2.4 BITÁCORA

En este módulo se ingresan los datos sobre los trabajos de mantenimiento realizados diariamente.



Nro.	Cliente	Ciudad	Fecha Inicio	Hora Inicio	Fecha Fin	Hora Fin	Equipo	Num. Equipo	Cod. Equipo	Falla	Diagnostico Falla	Sc
1	HOSPITAL CARL...	QUITO	21-jul-2014	00:21:09	22-jul-2014	00:21:04	ELECTA CONCEPT	BO 15139E05	DI-ELC-C0182-1...	Atascamiento G...	Falla en el actua...	Calbra

Figura 5.7 Pantalla de Ingreso Bitácora

Al exportar los datos ingresados en la Bitácora tenemos un registro rotulado:

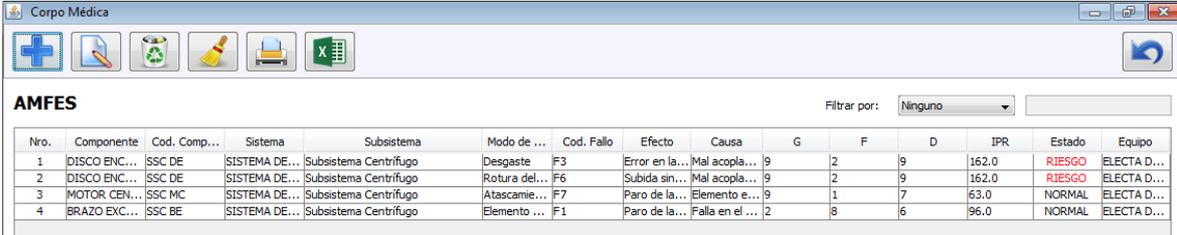
LIBRO DE BITÁCORA CORPOMEDICA CIA LTDA							
CLIENTE/ÁREA	HOSPITAL CARLOS ANDRADE MARIN	INICIO	FECHA	HORA	FIN	FECHA	HORA
CIUDAD	QUITO		21-jul-2014	00:21:09		22-jul-2014	00:21:04
EQUIPO	ELECTA CONCEPT						
NÚMERO DE SERIE	BO15139E05						
CÓDIGO	DI-ELC-C0182-1005-0001						
FALLA							
TIPO	Atascamiento Grupo de Mordazas						
DIAGNÓSTICO: Falla en el actuador de mordazas							
SOLUCIÓN							
PROCEDIMIENTO DE SOLUCIÓN: Calibración Mecánica del Actuador							
HERRAMIENTAS	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	OBSERVACIONES				
	Herramienta Menor	1					
REPUESTOS/MATERIALES	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	OBSERVACIONES				
	N/A	0					
PERSONAL							
PERSONAL DE MANTENIMIENTO	NOMBRE	FIRMA					
	Eduardo Espinoza						
REVISADO POR	Eduardo Espinoza						
OBSERVACIONES:							

Figura 5.8 Ejemplo Bitácora en Excel

5.2.5 AMFES

El módulo AMFE sirve para el ingreso de las Tablas del Análisis Modal de Falla y Efecto detallado en el numeral 2.5.3 del presente proyecto.

El módulo calcula automáticamente el Índice de Prioridad y Riesgo (IPR) luego de haber ingresado cada uno de los datos requeridos. Con el cálculo del IPR el módulo nos despliega dentro de que rango nos encontramos, ya sea en un ámbito “NORMAL” o en “RIESGO”. Cuando el IPR está dentro del rango de Riesgo debemos iniciar una acción correctiva para evitar paros inesperados.



The screenshot shows the AMFES software interface. At the top, there is a window title 'Corpo Médica' and a toolbar with icons for home, print, refresh, and other functions. Below the toolbar, the title 'AMFES' is displayed. To the right of the title, there is a filter dropdown menu set to 'Ninguno'. The main area contains a table with the following data:

Nro.	Componente	Cod. Comp...	Sistema	Subsistema	Modo de ...	Cod. Fallo	Efecto	Causa	G	F	D	IPR	Estado	Equipo
1	DISCO ENC...	SSC DE	SISTEMA DE...	Subsistema Centrifugo	Desgaste	F3	Error en la...	Mal acopla...	9	2	9	162.0	RIESGO	ELECTA D...
2	DISCO ENC...	SSC DE	SISTEMA DE...	Subsistema Centrifugo	Rotura del...	F6	Subida sin...	Mal acopla...	9	2	9	162.0	RIESGO	ELECTA D...
3	MOTOR CEN...	SSC MC	SISTEMA DE...	Subsistema Centrifugo	Atascamie...	F7	Paro de la...	Elemento e...	9	1	7	63.0	NORMAL	ELECTA D...
4	BRAZO EXC...	SSC BE	SISTEMA DE...	Subsistema Centrifugo	Elemento ...	F1	Paro de la...	Falla en el ...	2	8	6	96.0	NORMAL	ELECTA D...

Figura 5.9 Pantalla de Ingreso AMFE

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

- Con la implementación del presente Plan de Mantenimiento, Corpomédica Cia Ltda controlará de mejor manera cada uno de los equipos vendidos a los diferentes centros de salud del país, de esta forma se garantiza su óptimo funcionamiento y así el mejor tratamiento para los pacientes.
- Con la elaboración del Plan de Mantenimiento se puede observar claramente que el conocimiento adquirido a lo largo de la carrera universitaria no se limitó a las aulas de clases, sino que se ve reflejado en la aplicación a la industria ecuatoriana.
- Mediante la aplicación del mantenimiento preventivo se elimina la idea de que ser eficiente es eliminar fallas cuando las máquinas y equipos han sufrido ya un paro, más bien se conseguirá optimizar su funcionamiento a lo largo de su vida útil.
- La aplicación del Mantenimiento Preventivo Programado disminuye los paros imprevistos, esto incrementa en gran manera la disponibilidad del equipo, asegurando así que el tratamiento de los pacientes sea el más adecuado y confiable.
- La implementación del software de mantenimiento para el manejo del historial de actividades para cada equipo perteneciente al cliente, fue diseñado pensando en el fácil manejo por parte del personal de mantenimiento.

- El contar con un historial de fallas de los equipos es de suma importancia dado que con esta información se puede aportar más al plan de mantenimiento, específicamente a las tablas de Análisis Modal Falla y Efecto.
- La aplicación de un plan de mantenimiento afecta directamente a la mentalidad del personal involucrado, dado que propone una disposición y colaboración para trabajar de forma ordenada.
- La realización e implementación del programa de mantenimiento es importante debido a la experiencia del personal involucrado en las tareas de mantenimiento. Conocer el funcionamiento de los equipos es vital al momento de efectuar todas estas tareas.

6.2 RECOMENDACIONES

- Una vez implementado el plan de mantenimiento se debe capacitar continuamente al personal involucrado del Departamento de Ingeniería, para resolver con eficiencia los problemas que se puedan suetar con los equipos.
- Dado que ninguno de los equipos mencionados en el presente trabajo son fabricados localmente, se debe tomar muy en cuenta las recomendaciones de cada fabricante en cuanto a las tareas de mantenimiento así como a la periodicidad de las mismas.
- Antes de realizar cualquier operación de mantenimiento tomar muy en cuenta las medidas de seguridad, puesto que los equipos del presente trabajo son para uso médico hay que considerar el riesgo biológico como un factor crítico.
- Se recomienda realizar un análisis económico cada cierto tiempo sobre el manejo de recursos en el Departamento de Ingeniería, de esta manera garantizar que la gestión del departamento no sea una carga económica para la empresa si no mas bien un generador de valor.

BIBLIOGRAFÍA

- 1 Jácome Luis, 2010, “Ingeniería de Mantenimiento”, Escuela Politécnica Nacional, Quito-Ecuador.
- 2 Aguinaga Álvaro, 2005, “Ingeniería de Mantenimiento”, Escuela Politécnica Nacional, Quito-Ecuador.
- 3 Moubray John, 2004, “Mantenimiento Centrado en Confiabilidad” (Reliability Centered Maintenance), Latinoamericana, 1ª Edición en español, España.
- 4 Torres Daniel, 2007, “Mantenimiento su Implementación y Gestión”, 2ª Edición, Argentina.
- 5 Duffuaa Raouf, 2002, “Sistemas de Mantenimiento Planeamiento y Control”, Editorial Limusa, México D.F.
- 6 Corpomédica Cia Ltda, disponible en: <http://www.corpo-medica.com>.
- 7 Electa Concept (Máquina para Autotransfusión), disponible en: <https://www.dropbox.com/home>.
- 8 Pilares del Mantenimiento Productivo Total (TPM), disponible en: <http://www.pacofrio.com/mpt/Lecciontpm4.html>.
- 9 Principio de Pareto, disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/Principio_de_Pareto.

**ANEXO 1 LEVANTAMIENTO DE DATOS SOBRE EQUIPOS
VENDIDOS POR CORPOMÉDICA**

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	NÚMERO DE SERIE	FECHA DE VENTA	CLIENTE	AREA	CIUDAD
--------	-------------	-----------------	----------------	---------	------	--------

2005

DI-75206	ELECTA 110V	BO15139E05	06/10/05	IESS HOSPITAL CARLOS ANDRADE MARIN	CARDIOTORACICA	QUITO
IT-HRS	HEMOCRON RESPONSE PARA MEDIR TIEMPO DE COAGULACIÓN	HR4527	20/07/05	CONCLINA C.A.	QUIROFANO	QUITO

2006

AR-IAP-0400E	BALÓN INTRA AÓRTICO AUTOCAT 2	51013V	03/03/06	IESS HOSPITAL CARLOS ANDRADE MARIN	QUIROFANO	QUITO
IT-444403-IRMA	ANALIZADOR DE SANGRE,GASES,ELECTROLITOS,QUIMICA SANGUINEA	28604	17/01/06	C.A. CLINICA GUAYAQUIL S. M. S. A.	QUIROFANO	GUAYAQUIL
		27012	02/02/06	HOSPITAL HOMERO CASTANIER	LABORATORIO	AZOGUES
IT-555503-IRMA	ANALIZADOR DE SANGRE,GASES,ELECTROLITOS,QUIMICA Y CREATININA SANGUINEA	40062	03/03/06	IESS HOSPITAL CARLOS ANDRADE MARIN	QUIROFANO	QUITO
		40068	18/04/06	CLINICA INFES C.A	NEONATOLOGIA UCI	QUITO
		40082	28/04/06	CLINICA LA MERCED	UCI	QUITO
		40073	10/05/06	CLINICA SANTA MARIA	UCI	QUITO
		40075	31/08/06	HOSPITAL GIN.OBST.ISIDRO AYORA	NEONATOLOGIA	QUITO
		40077	13/12/06	CLINICA SAN GREGORIO	LABORATORIO	MANTA
IT-HRS	HEMOCRON RESPONSE PARA MEDIR TIEMPO DE COAGULACIÓN	HR5119	04/08/06	HOSPITAL PEDIATRICO BACA ORTIZ	QUIROFANO CARDIOTORACICA	QUITO

2007

IT-444403-IRMA	ANALIZADOR DE SANGRE,GASES,ELECTROLITOS,QUIMICA SANGUINEA	40483	08/02/07	CORPORACION MULTI GAMMA S.A.	HEMATOLOGIA	PORTOVIEJO
IT-555503-IRMA	ANALIZADOR DE SANGRE,GASES,ELECTROLITOS,QUIMICA Y CREATININA SANGUINEA	40078	16/01/07	CLINICA DE ESPECIALIDADES SUR	LABORATORIO	QUITO
		40481	04/04/07	HOSPITAL QUITO No. 1 DE LA POLICIA NACIONAL	UCI	QUITO
		40479	22/05/07	SINAI FARM	LABORATORIO	CUENCA
		40480	30/05/07	CLINICA METROPOLITANA	UCI	RIOBAMBA
		40512	20/06/07	JUNTA DE BENEFICENCIA GUAYAQUIL	LUIS VERNAZA	GUAYAQUIL
		40519	06/07/07	CLINICA DEL SOL	LABORATORIO/SAN EDUARDO	MANTA
		40657	10/10/07	HOSPITAL GIN.OBST.ISIDRO AYORA	UCI	QUITO
		40522	23/08/07	JUNTA DE BENEFICENCIA GUAYAQUIL	ROBERTO GILBERT	GUAYAQUIL
		40654	21/11/07	HOSPITAL PROVINCIAL GENERAL DOCENTE RIOB	UCI	RIOBAMBA

		40658	21/12/07	HOSPITAL GENERAL ENRIQUE GARCES	NEONATOLOGIA	QUITO
IT-HRS	HEMOCRON RESPONSE PARA MEDIR TIEMPO DE COAGULACIÓN	HR5118	19/07/07	HOSPITAL GENERAL DE LAS FUERZAS ARMADAS	QUIROFANO	QUITO

2008

DI-75207	ELECTA SEPARADOR DE CÉLULAS PARA AUTOTRANSFUSIÓN 110V	B016215N07	24/04/08	C.A. CLINICA GUAYAQUIL S. M. S. A.	CARDIOTORACICA	GUAYAQUIL
IT-555503-IRMA	ANALIZADOR DE SANGRE,GASES,ELECTROLITOS,QUIMICA Y CREATININA SANGUINEA	40656	27/02/08	HOSPITAL "DR RAFAEL RODRIGUEZ ZAMBRANO"		MANTA
		40520	01/08/08	HOSPITAL PROVINCIAL DR.VERDI CEVALLOS BA	UCI	PORTOVIEJO
IT-HEMOCRON	EQUIPO HEMOCRON PARA MEDIR TIEMPO DE COAGULACIÓN	1	31/12/08	CORPOMÉDICA	BODEGA / DADOS DE BAJA	QUITO
		1	31/12/08	CORPOMÉDICA	BODEGA / DADOS DE BAJA	QUITO
IT-HRS	HEMOCRON RESPONSE PARA MEDIR TIEMPO DE COAGULACIÓN	HR5116	05/05/08	CENTRO MEDICO QUIRURGICO PICHINCHA	QUIROFANO	QUITO
		HR5947	10/12/08	HOSPITAL VOZANDES	QUIROFANO	QUITO
MI-1020	CONSOLA UNIVERSAL ELECTRÓNICA MICROAIRE	8031579	25/08/08	DRA. PILAR ESTRELLA	QUIROFANO	GUAYAQUIL
		8031581	19/11/08	DR. GUSTAVO BEHR	QUIROFANO	GUAYAQUIL
		8031556	28/04/08	DR. MARCO VINICIO OCHOA	QUIROFANO	QUITO
		8031557	05/05/08	MAYTEE LOPEZ	QUIROFANO	QUITO
		8031558	04/08/08	FESALUD S.A.	QUIROFANO	QUITO

2009

DI-75207	ELECTA	B016556M08	13/10/09	HOSPITAL EUGENIO ESPEJO	QUIROFANO	QUITO
IT-555503-IRMA	ANALIZADOR DE SANGRE, GASES, ELECTROLITOS, QUIMICA Y CREATININA SANGUINEA	40880	07/04/09	IESS HOSPITAL CARLOS ANDRADE MARIN	PEDIATRIA SUR	QUITO
		40873	19/05/09	CONCLINA C.A.	QUIROFANO	QUITO
		40858	21/05/09	HOSPITAL PEDIATRICO BACA ORTIZ	CARDIOTORACICA-QUIRÓFANO	QUITO
		40877	15/06/09	HOSPITAL PEDIATRICO BACA ORTIZ	CARDIOTORACICA	QUITO
		41572	13/11/09	NUCLEO DE SOLCA MACHALA	UCI	MACHALA
		41623	26/11/09	CLINICA DE LA MUJER	NEONATOLOGIA	QUITO
IT-HRS	HEMOCRON RESPONSE PARA MEDIR TIEMPO DE COAGULACIÓN	HR5949	07/04/09	IESS HOSPITAL CARLOS ANDRADE MARIN	QUIROFANO	QUITO
		HR6114	21/07/09	C.A. CLINICA GUAYAQUIL S. M. S. A.	QUIROFANO	GUAYAQUIL
MI-1020	CONSOLA UNIVERSAL ELECTRÓNICA MICROAIRE	8061612	06/02/09	DRA. ANDREA PAZMIÑO	QUIROFANO	QUITO
		8051582	20/03/09	SERVICIOS MEDICOS SILUETICA S.A.	QUIROFANO	GUAYAQUIL
		8031580	26/08/09	DR. MARCELO ABAD MOSQUERA	QUIROFANO	GUAYAQUIL
		9021693	27/08/09	DR. JUAN CARLOS VARGAS ALVARADO	QUIROFANO	GUAYAQUIL
ST-60-00-50	BOMBA CENTRÍFUGA SCP	60K 02093	11/08/09	HOSPITAL PEDIATRICO BACA ORTIZ		QUITO

2010

AR-IAP-0400E	BALÓN INTRA AÓRTICO AUTOCAT 2	091214V	26/01/10	C.A. CLINICA GUAYAQUIL S. M. S. A.	QUIRÓFANO	GUAYAQUIL
CI-86186	UNIDAD WARM AIR HIPERTERMIA	101-1356384	21/07/10	HOSPITAL VOZANDES	QUIRÓFANO	QUITO
		101-1356383	23/07/10	HOSPITAL EUGENIO ESPEJO	QUIRÓFANO	QUITO
CI-86157	SISTEMA DE HIPERTERMIA NORMOTEMP	094-N6947	01/09/10	HOSPITAL GENERAL DE LAS FUERZAS ARMADAS	QUIRÓFANO	QUITO
DI-75207	ELECTA SEPARADOR DE CÉLULAS PARA AUTOTRANSFUSIÓN 110V	BO16555M08	11/10/10	JUNTA DE BENEFICENCIA GUAYAQUIL	QUIRÓFANO/LUIS VERNAZA	GUAYAQUIL
		BO16985C10	22/10/10	IESS HOSPITAL CARLOS ANDRADE MARIN	QUIRÓFANO	QUITO
IT-555503- IRMA	ANALIZADOR DE SANGRE,GASES,ELECTROLITOS,QUIMICA Y CREATININA SANGUINEA	41723	07/09/10	INSTITUTO DE LA NIÑEZ Y LA FAMILIA GUAYAS	BODEGA/JORNADAS MEDICAS	GUAYAQUIL
ST-60-00-50	BOMBA CENTRÍFUGA SCP		25/06/10	IESS HOSPITAL CARLOS ANDRADE MARIN	QUIRÓFANO	QUITO

2011

AR-IAP-500E	BOMBA DE CONTRAPULSACION AUTOCAT 2 WAVE	S/N 110739W	01/12/11	IESS HOSPITAL CARLOS ANDRADE MARÍN	CARDIOLOGIA	QUITO
CI-86186	UNIDAD WARM AIR HIPERTERMIA	102-1356630	16/09/11	IESS HOSPITAL CARLOS ANDRADE MARÍN	CARDIOTORACICA	QUITO
		101-1356388	05/10/11	JUNTA DE BENEFICENCIA DE GUAYAQUIL	UCI	GUAYAQUIL
		102-1356629	05/10/11	JUNTA DE BENEFICENCIA DE GUAYAQUIL	UCI	GUAYAQUIL
		102-1356631	05/10/11	JUNTA DE BENEFICENCIA DE GUAYAQUIL	UCI	GUAYAQUIL
		102-1356632	05/10/11	JUNTA DE BENEFICENCIA DE GUAYAQUIL	UCI	GUAYAQUIL
CI-86106	EQUIPO BLANKETROL II	112-20231	17/10/11	HOSPITAL GENERAL DE LAS FUERZAS ARMADAS	UCI	QUITO
		112-20232	17/10/11	HOSPITAL GENERAL DE LAS FUERZAS ARMADAS	UCI	QUITO
		113-20252	17/10/11	HOSPITAL GENERAL DE LAS FUERZAS ARMADAS	UCI	QUITO

		113-20253	17/10/11	HOSPITAL GENERAL DE LAS FUERZAS ARMADAS	UCI	QUITO
CS-SSB-IV	EQUIPO DE LIPOASPIRACION COSMETECH 1/3 CV	1542	26/12/11	DR.ABELARDO TOAQUIZA	QUIROFANO	
DI-75207	ELECTA, SEPARADOR DE CÉLULAS PARA AUTOTRANSFUSIÓN 110 V	BO16679E09	07/01/11	IESS HOSPITAL REGIONAL JOSE CARRASCO A.	QUIROFANO	CUENCA
		BO16554M08	18/08/11	HOSPITAL QUITO No. 1 DE LA POLICIA NACIONAL	QUIROFANO CIR. GENERAL	QUITO
		BO16366D08	28/09/11	CORPOMÉDICA	PENIEL	QUITO
IT-555503-IRMA	ANALIZADOR DE SANGRE,GASES.ELECTROLITOS,QUIMICASANGUINEA Y CREATINA	41712	04/03/11	HOSPITAL GENERAL DE LAS FUERZAS ARMADAS	EMERGENCIA	QUITO
		40553	19/08/11	AREA DE SALUD NO3 ZUMBA	LABORATORIO	ZUMBA
		42086	20/09/11	CLINICA GRANADOS S.A. CLIGRASA	LABORATORIO	LIBERTAD
		41301	28/09/11	CORPOMÉDICA	HCAM NEONATOLOGÍA	QUITO
		40841	28/09/11	CORPOMÉDICA	HOSPITAL DE LA POLICIA UCI	QUITO
		40553	28/09/11	PENIEL	IESS MANTA UCI	MANTA
		40684	28/09/11	PENIEL	IESS MANTA LABORATORIO	MANTA

		41062	28/09/11	CORPOMÉDICA	CLÍNICA CENTENO	QUITO
		42159	10/11/11	IESS HOSPITAL CARLOS ANDRADE MARÍN	UCI / CARDIOTORACICA	QUITO
		42123	01/12/11	CLINICA SANTA MARGARITA	UCI	PORTOVIEJO
		42163	16/09/11	CORPOMÉDICA	IESS CUENCA	CUENCA
IT-HRS	HEMOCRON RESPONSE PARA MEDIR TIEMPOS DE COAGULACION	HR6924	14/09/11	C.A. CLINICA GUAYAQUIL S. M. S. A.	QUIROFANO	GUAYAQUIL
		HR6925	14/09/11	C.A. CLINICA GUAYAQUIL S. M. S. A.	QUIROFANO	GUAYAQUIL
		HR6974	31/10/11	C.A. CLINICA GUAYAQUIL S. M. S. A.	QUIROFANO	GUAYAQUIL
MI-1020	CONSOLA UNIVERSAL ELECTRONICA MICROAIRE	11112319	14/12/11	DR. FABIAN DURAN	QUIROFANO	AMBATO

2012

CH-134-002102-01	VEIN VIEWER FLEX ACU 4000	FLEXA0728	17/12/12	IESS HOSPITAL DE MANTA	QUIRÓFANO	MANTA
		FLEXA0771	17/12/12	IESS HOSPITAL DE MANTA	QUIRÓFANO	MANTA
		FLEXA0772	17/12/12	IESS HOSPITAL DE MANTA	QUIRÓFANO	MANTA
		FLEXA0773	17/12/12	IESS HOSPITAL DE MANTA	QUIRÓFANO	MANTA
		FLEXA0777	17/12/12	IESS HOSPITAL DE MANTA	QUIRÓFANO	MANTA
		FLEXA0783	17/12/12	IESS HOSPITAL DE MANTA	QUIRÓFANO	MANTA
		FLEXA0785	17/12/12	IESS HOSPITAL DE MANTA	QUIRÓFANO	MANTA
CH-PO1500	VEIN VIEWER 2.0 VISION	VISXA 0772	17/12/12	IESS HOSPITAL DE MANTA	QUIRÓFANO	MANTA
		VISXA 0775	22/10/12	HOSPITAL IESS DE MILAGRO	PEDIATRÍA	MILAGRO
CI-86106	EQUIPO BLANKETROL II	122-2-00302	03/05/12	HOSPITAL EUGENIO ESPEJO	QUIRÓFANO-UCI	QUITO
		122-2-00303	03/05/12	HOSPITAL EUGENIO ESPEJO	QUIRÓFANO-UCI	QUITO
		122-2-00304	03/05/12	HOSPITAL EUGENIO ESPEJO	QUIRÓFANO-UCI	QUITO
		122-2-00305	03/05/12	HOSPITAL EUGENIO ESPEJO	QUIRÓFANO-UCI	QUITO

		122-2-00306	03/05/12	HOSPITAL EUGENIO ESPEJO	QUIRÓFANO-UCI	QUITO
		122-2-00307	03/05/12	HOSPITAL EUGENIO ESPEJO	QUIRÓFANO-UCI	QUITO
		122-2-00308	03/05/12	HOSPITAL EUGENIO ESPEJO	QUIRÓFANO-UCI	QUITO
		113-20265	08/05/12	IMDOVAD	IESS PORTOVIEJO	PORTOVIEJO
CI-86186	UNIDAD WARM AIR HIPERTERMIA	101-1356387	07/09/12	HOSPITAL PROVINCIAL DR. VERDI CEVALLOS	PEDIATRÍA	PORTOVIEJO
DI-75207	ELECTA, SEPARADOR DE CÉLULAS PARA AUTOTRANSFUSIÓN 110 V	BO17922F11	10/04/12	HOSPITAL CARLOS ANDRADE MARÍN	QUIRÓFANO	QUITO
		SN BO17309N10	27/12/12	CORPO&MEDICA	N/A	QUITO
IT-555503-IRMA	ANALIZADOR DE SANGRE,GASES.ELECTROLITOS,QUIMICASANGUINEA Y CREATINA	SN 42157	14/03/12	PAULINA GALARZA	Naval Esmeraldas	ESMERALDAS
		SN 42161	20/04/12	HOSPITAL EUGENIO ESPEJO	QUIRÓFANO 10	QUITO
		SN 42164	31/10/12	HOSPITAL MILITAR	NEONATOLOGIA	QUITO
		SN 42111	10/02/09	HOSPITAL BACA ORTIZ	UCI	QUITO
IT-HRS	HEMOCRON RESPONSE PARA MEDIR TIEMPOS DE COAGULACION	HR7017	17/02/12	JUNTA DE BENEFICENCIA GUAYAQUIL	QUIRÓFANO	GUAYAQUIL

2013

IT-555503-IRMA	ANALIZADOR DE SANGRE, GASES, ELECTROLITOS, QUIMICA SANGUINEA Y CREATININA	44322	09/01/13	HORACIO DELGADO HOSP. RAFAEL RODRIGUEZ ZAMBRANO	NEONATOLOGIA	MANTA
		44249	03/04/13	HOSPITAL DE LOS VALLES	QUIROFANO	QUITO
EZ-001001	EZONO 3000 STARTER KIT	9100100320	01/02/13	IESS HOSPITAL DE PORTOVIEJO	QUIROFANO	PORTOVIEJO
IT-HRS	HEMOCHRON RESPONSE PARA MEDIR TIEMPOS DE COAGULACIÓN	HR7335	31/05/13	CLÍNICA GUAYAQUIL	CINEANGIO	GUAYAQUIL
CH-134-002102-01	VEIN VIEWER FLEX ACU 4000	FLEXA10567I	11/07/13	DR. MARCELO ABAD	QUIRÓFANO	GUAYAQUIL

ANEXO 2 REGISTRO INTERNO PUESTA A PUNTO

**PUESTA A PUNTO DE EQUIPOS PAP
ITC - IRMA TRUPOINT
CORPOMEDICA CIA. LTDA.**

INSPECTOR		CIUDAD DE SALIDA	
FECHA/LUGAR DE INSPECCIÓN		CIUDAD DE DESTINO	
NÚMERO DE SERIE		LUGAR DE DESTINO	

DESCRIPCIÓN

Marque solo uno			
Nuevo	<input type="checkbox"/>	Mantenimiento Correctivo	<input type="checkbox"/>
DEMO	<input type="checkbox"/>	Unidad de Soporte	<input type="checkbox"/>
Reconstruido	<input type="checkbox"/>	Otros:	<input type="checkbox"/>
Mantenimiento Preventivo	<input type="checkbox"/>		

En caso de que el equipo sea solicitado para DEMO o Unidad de Soporte indicar quien lo solicita:

NOMBRE: _____

CARGO: _____

MOTIVO: _____

EMBALAJE EXTERNO

Descripción	SI	NO	N/A	Observaciones
Caja Cerrada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Caja Abierta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Caja Golpeada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Caja Mojada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Caja Rota	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Estuche	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Otros:				



EQUIPO

Carcaza				
Descripción	SI	NO	N/A	Observaciones
Superficie Limpia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Abolladuras	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Pintura en buen estado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Ruedas en buen estado y funcionando	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Otros:				
Pantalla				
Descripción	SI	NO	N/A	Observaciones
Rayaduras	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Pantalla Rota	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Otros:				

ACCESORIOS

Descripción	SI	NO	# de Serie	QTY	Descripción	# de Serie	QTY
Cable de Poder	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			Otros:		
Baterías	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
Cargador Baterías	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
Adaptador de Corriente para Cargador	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
Batería con adaptador de corriente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
Manual de Operación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
Papel para impresora	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
Kit de limpieza	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
Tarjeta de Temperatura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					

Comentarios Técnico:

Comentarios Gestión Comercial:

FECHA DE SALIDA	
FECHA DE RETORNO	

	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA	GESTIÓN COMERCIAL	BODEGA
NOMBRE			
FIRMA			
NOMBRE			
FIRMA			

ANEXO 3 REGISTRO EXTERNO PUESTA A PUNTO

**ACTA DE ENTREGA - RECEPCIÓN DE EQUIPOS
ITC - IRMA TRUPOINT
CORPOMEDICA CIA. LTDA.**

INSPECTOR		CIUDAD DE SALIDA	
FECHA/LUGAR DE INSPECCIÓN		CIUDAD DE DESTINO	
NÚMERO DE SERIE		LUGAR DE DESTINO	

EMBALAJE EXTERNO

Descripción	SI	NO	Observaciones
Caja Cerrada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Caja Abierta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Caja Golpeada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Caja Mojada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Caja Rota	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Estuche	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

EQUIPO

Carcaza				
Descripción	SI	NO	N/A	Observaciones
Superficie Limpia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Abolladuras	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Pintura en buen estado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Ruedas en buen estado y funcionando	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Otros:				
Pantalla				
Descripción	SI	NO	N/A	Observaciones
Rayaduras	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Pantalla Rota	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Otros:				

ACCESORIOS

Accesorios	SI	NO	QTY	Observaciones	Accesorios	SI	NO	QTY	Observaciones
Cable de Poder	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			Papel para Impresora	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Adaptador de Corriente para Cargador	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			Kit de Limpieza	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Cargador de Baterías	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			Manual de Operación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Baterías	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			Otros:				
Tarjeta de Temperatura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							

Comentarios Técnico:

Comentarios Cliente:

FECHA DE ENTREGA	
FECHA DE RETORNO	

	CORPOMÉDICA	USUARIO	TRANSPORTE	CLIENTE - HOSPITAL
NOMBRE				
FIRMA				
NOMBRE				
FIRMA				

ANEXO 4 REPORTE DE VISITA A EQUIPOS MÉDICOS

CLIENTE		AREA		
CIUDAD		FECHA		
TÉCNICO		RELACIONADO CON	<input type="checkbox"/> Mantenimiento Preventivo Garantía	<input type="checkbox"/> Caso:
			<input type="checkbox"/> Contrato Mantenimiento:	<input type="checkbox"/> Otros:

DATOS DEL EQUIPO

CASA COMERCIAL	
NOMBRE	
NÚMERO DE SERIE	

PROBLEMA REPORTADO

ACTIVIDADES REALIZADAS

No.	Descripción	No.	Descripción

COMPROMISOS ACORDADOS

No.	Descripción	Responsable

COMENTARIOS TÉCNICO:

COMENTARIOS CLIENTE:

FIRMA DE RESPONSABILIDAD TÉCNICO		
FIRMA DE RESPONSABILIDAD CLIENTE		

ANEXO 5 FORMULARIO DE RECEPCIÓN DE EQUIPOS

N° Q -

FECHA RECEPCION: / /

1. DATOS DEL CLIENTE:

INSTITUCIÓN: _____
 ÁREA: _____
 CONTACTO: _____
 TELÉFONO: _____

2. DETALLES DEL EQUIPO RECIBIDO:

MARCA: _____
 MODELO: _____
 SERIE: _____
 ESTADO FÍSICO: _____
 ACCESORIOS: _____

3. PROBLEMA REPORTADO:

4. SE ENTREGA BACK UP DEL EQUIPO? SI NO

MARCA: _____
 MODELO: _____
 SERIE: _____
 ESTADO FÍSICO: _____
 ACCESORIOS: _____

	NOMBRE	FIRMA
TÉCNICO		
CLIENTE		

5. DATOS ADICIONALES (INFORMACIÓN INTERNA CORPOMEDICA)

PREDIAGNÓSTICO: _____

REQUIERE EXPORTACIÓN TEMPORAL? SI NO

FECHA ENTREGA A COMERCIO EXTERIOR: / / FECHA DE ENTREGA A INGENIERÍA: / /

FIRMA COMERCIO EXTERIOR: _____ FIRMA VENTAS: _____

**ANEXO 6 PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO RECOMENDADO POR SORIN PARA
MÁQUINA DE AUTOTRANSFUSIÓN ELECTA**

Preventive Maintenance**CAUTION**

Quickly remove all traces of blood using detergent and disinfecting solution: this will speed up the cleaning operations and protect inside components from seepage of liquids. Do not use more detergent solution than absolutely necessary.

Do not use chemical solvents such as benzol, xylene, acetone or similar products which might damage the unit protective panels.

Deposits of dust and particles on surfaces can be removed with a soft cloth or a brush or they can vacuum cleaned.

When not differently stated, clean the equipment with a detergent solution containing 5% Sapocitrosil, 5% alcohol Citrosil and 90% demineralised water, or use the Dideco detergent solution (code 39414).

13.4.4.1 External cleaning**Parts replacement:**

- Waste liquid tank ref. code 60798

Procedure

- Check the equipment for presence of fluid or residue of liquid and clean as needed;
- Remove the waste liquid tank from the bottom of the equipment and replace it.

13.4.4.2 Cleaning the pump seat**Procedure**

- Remove the rotor, as follows: lift the lever and pull off the rotor, making sure that it is positioned where the slot will permit its extraction;
- Clean the pump seat;
- Check the cleaning of the rotor.

13.4.4.3 Cleaning of the centrifuge well**Procedure**

The rotating plate and the part below should be cleaned using the necessary quantity of cleaning solution. The excess liquid will pour out of the hole situated under the centrifuge plate and will be collected in a liquid container positioned under the unit.

This container must be replaced, whenever organic liquids enter it.

Once the cleaning operation is concluded, carefully dry the centrifuge well and the blood loss sensor with a dry piece of cloth.

13.4.4.4 Power supply cable**Procedure**

Check the integrity of the power cord and in case replaces it.

13.4.5 Electrical supply revision**Tools**

- Digital Multimeter
- Normal screwdriver set

Procedure

Open the Electa Concept, removing the cover as per (DISM_001) **Opening the Unit #card** procedure

13.4.5.1 Check +30 V

- Check that the +30 V is in the range 29,7-30,3 in the following test points:
 - PSE1 TP2 (+30 V), TP7 (GND);
 - ABE TP75 (+30 V), TP64 (GND).

If required adjust the two trimmers in the slot 2 and 3 of the main power supply.

13.4.5.2 Check +12 V

- Check that the +12 V is in the range 11,88 - 12,12 in the following test points:
 - PSE1: TP8 (+12 V) , TP7 (GND);
 - ABE: Pin 2 J22 (+12 V) TP64 (GND);
 - MBE1: TP80 (+12 V) TP71 (GND); SBE : TP23 (+12 V) TP27 (GND);
 - DBEC : TP24 (+12 V) TP35 (GND).

If required adjust the trimmer in the slot 5 (+12 V) of the main power supply.

13.4.5.3 Check -12 V

- Check that the -12 V is in the range (-11,88) - (-12,12) in the following test points:
 - PSE1: TP3 (-12 V) , TP7 (GND);
 - ABE: TP72 (-12 V) ,TP64 (GND);
 - MBE1: TP79 (-12 V) ,TP71 (GND);
 - SBE : TP26 (-12 V) TP27 (GND).

If required adjust the trimmer in the slot 5 (-12V) of the main power supply.

13.4.5.4 Check 5V

- Check that the +5 V is in the range 5 - 5,2 in the following test points:
 - PSE1: TP6 (+5 V) , TP7 (GND);
 - ABE: TP65 (+5 V) ,TP64 (GND);
 - MBE1: TP78 (+5 V) ,TP71 (GND);
 - SBE : TP20 (+5 V) ,TP27 (GND);
 - DBEC : TP23 (+5 V) ,TP35 (GND).

If required adjust the trimmer in the slot 4 of the main power supply.

13.4.6 Mechanical parts revision

13.4.6.1 Testing the Pump

For the following tests enter **Diagnostics Function Actuators Control\Pump Control**

13.4.6.1.1 Checking the occlusion of the peristaltic pump

Tools:

- Haematic sensor tool code 63015;
- Digital manometer.

Procedure

- Insert the tool inside the code 63015 on the Electa Concept top, using the set up feature in the Electa Concept (see fig.1);

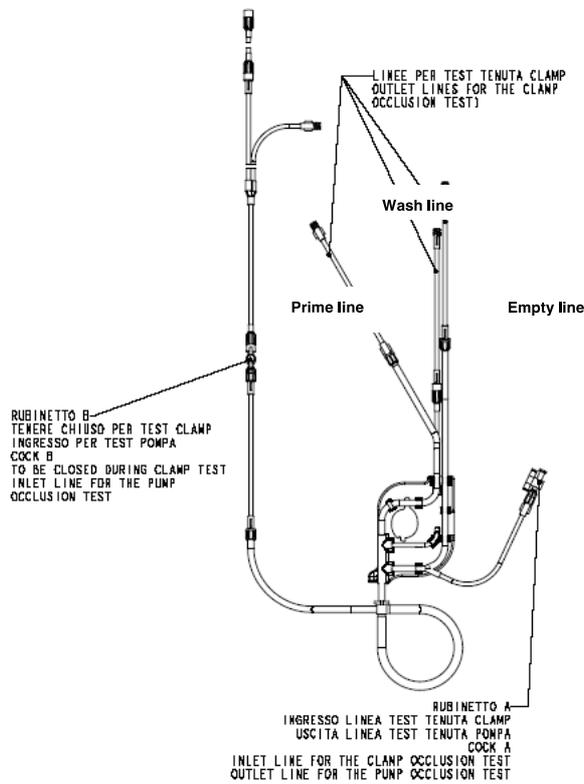


fig.1

- Open the cock B in fig 1 and connect to the cock A (open) in fig.1 a digital manometer;
- Check that the clamp group is in Stop position;
- After having the kit mounted switch the Electa Concept in diagnostics mode;
- Enter **Actuators Control\Pump Control**;

Preventive Maintenance

- Run the pump in **OUT BOWL** mode @10ml/min till on the digital manometer a pression of about + 1,5 bar is reached;
- Stop the pump so that one of the pump roll occludes the tube, and wait 60 s to check that on the manometer the pressure is not decreasing below max 0,1 bar;
- Repeat the test with the other pump roll;
- Switch the Electa Concept off.

If there is a bigger leak replace the pump rotor.

13.4.6.1.2 Testing the pump speed

Procedure

- With the + or – keys set the pump @ 150 ml/min and check that the **Real Speed** is in the correct range (142/158 ml/min);
- With the + or – keys set the pump speed @1000ml/min and check that the speed is in the correct range;
- Check the **Real Speed** in the range 950 and 1050 ml / min (Maximum Positive and Negative Difference = 50 ml/min) when the speed is steady;
- Press the **I/O** key to stop the pump.

13.4.6.1.3 Testing the pump hall effect sensor

Procedure

- Manually rotate the pump clockwise. Check that **Low Shaft Dir: In Bowl [L]** is displayed;
- Manually rotate the pump counter-clockwise. Check that **Low Shaft Dir: Out Bowl [H]** is displayed.

The status switchover occurs with a minimum delay.

13.4.6.1.4 Testing the pump motor direction

Procedure

- Set **Direction Out Bowl [H]**, and then press **I/O**;
- Check if: the pump rotates counter-clockwise;
- The following indications are displayed: **Dir = Out Bowl [L]**;
- **Low Shaft Dir = Out Bowl [H]**;
- Press **I/O** to stop the pump;
- Set direction **IN Bowl [L]** and press **I/O**;
- Check if: the pump rotates clockwise;
- The following indications are displayed: **Dir = In Bowl [L]**;
- **Low Shaft Dir = In Bowl [L]**;
- Press **I/O** to stop the pump;
- Press **EXIT**.

13.4.6.2 Testing the centrifuge group

For the following tests enter **Diagnostics Function Actuators Control\Centrifuge Control**.

13.4.6.2.1 Testing the centrifuge speed

Procedure

- With the + or – keys set the set point to 5600 rpm;
- Check that the **Real Speed** displayed is 5550 to 5650rpm (Max Positive and Negative Difference 50 rpm);
- Press **I/O** to stop the centrifuge.

Preventive Maintenance**13.4.6.2.2 Testing the centrifugal masses****Tools:**

- Stroboscope light.

Procedure

- set the centrifuge speed to 1500 rpm;
- press the **I/O** key, then check by means of a stroboscope that the centrifugal masses exit completely at the set speed;
- press the **STOP** key, then, when the centrifuge is stationary, check that the centrifugal masses have re-entered.

13.4.6.3 Testing the clamp group

For the following tests enter **Diagnostics Function Actuators Control\ClampControl**.

13.4.6.3.1 Testing the clamp group and sensors**Procedure**

- While entering the Diagnostics check that the position of the clamp is **STOP** and the Optical sensor reads open;
- Push **Wash** and check that the clamp group moves into the related position;
- Check that the Wash hall sensor and the Wash optical sensor are in open position;
- Push **Prime** and check that the clamp group moves into the related position;
- Check that the Prime hall sensor and the Wash optical sensor are in open position;
- Push **Empty** and check that the clamp group moves into the related position;
- Check that the Empty hall sensor and the Wash optical sensor are in open position;
- Press **Exit** to go into the **Actuator control** function.

13.4.6.3.2 Checking occlusion of the electroclamps**Tools:**

- Haematic sensor tool code 63015;
- Digital manometer;
- Syringe.

Procedure

- Insert the tool inside the code 63015 on the Electa Concept top, using the set up feature in the Electa Concept (see fig.1);
- Remove the Y tube from the cock B and connect a digital manometer to the cock;
- Open cock B and open cock A in fig.1;
- Enter **Diagnostics mode Actuators Control\Clamp Control**;
- Connect a syringe to cock A and make a pressure of 1,5 bar;
- Verify that keeping the pressure for 60 s the leak is below 0,1 bar;
- Switch the Electa Concept off.

If there is a bigger leak replace the clamp group.

13.4.6.4 Testing the Vacuum Group

For the following test enter into Diagnostics Function Actuators Control\ Vacuum Control

Tools

- A BT984 cardiotomy connected to the Electa Concept vacuum plug;
- Digital Manometer.

Preventive Maintenance

Procedure

- Connect the BT984 to the vacuum source and use the port in figure 1 to connect the cardiomy to a manometer;



fig.2

- Keep close all the other ports even the safety valve;
- Set -200 mmHg and start the vacuum pump with **I/O** key;
- Check the manometer is reading in the range -180 mmHg, -220 mmHg.

13.4.6.5 Testing the Locking System

For the following test enter **Diagnostics Function Actuators Control\ Lock & Cover Control**.

Procedure

- With the cover open check that the function shows:
 - **Lock OPEN;**
 - **Cover OPEN.**
- With the cover closed read the status:
 - **Lock OPEN;**
 - **Cover CLOSE.**
- Engage the Lock mechanism pushing the **LOCK** key;
- Check the status:
 - **Lock CLOSE;**
 - **Cover CLOSE.**
- Press **EXIT**.

13.4.6.6 Testing the Bowl Arm Backlash

Tools

- Set of Allen keys;
- Backlash reader tool 63057.

Procedure

- 1) Close the bowl arm in working position;

Preventive Maintenance



fig.3

- 2) Loosen the fixing screw of the tool using a 4 mm Allen key;

Pay attention: the comparator (test indicator/dial gauge) has to be placed in the innermost seat, like shown in the fig.4;

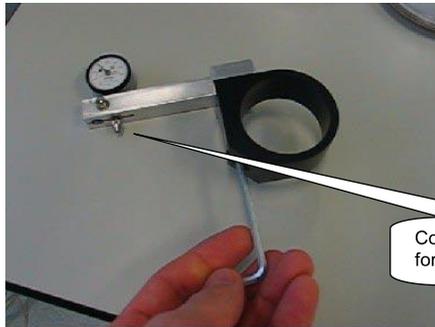


fig.4

- 3) Place the tool on the bowl arm, drawing the comparator end part close to the bowl arm until you read about 0,50 mm;



fig.5

Preventive Maintenance



fig. 6

- 4) Screw the tool fixing screw until you reach a value comprised between 1 and 2 mm;

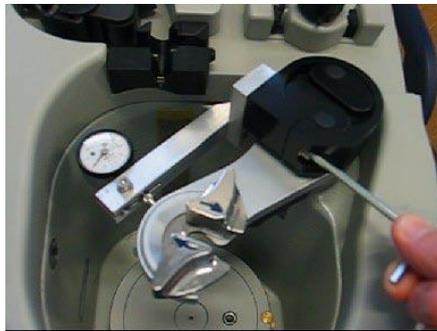


fig.7

- 5) Take the bowl arm end and try to move it clockwise and counterclockwise, checking the comparator pointer rotates without reaching its end stroke;



fig.8

Preventive Maintenance



fig.9

- 6) Move the bowl arm counterclockwise and then release it;



fig.10

- 7) Move the comparator crown to reset it to zero putting the zero on the pointer;

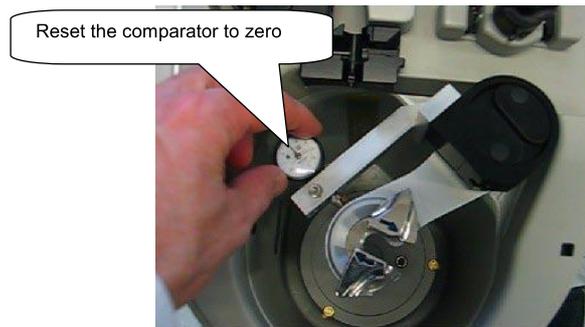


fig.11

- 8) Move the bowl arm clockwise and release it, then move it counterclockwise and check that the comparator is still reset to zero;

Preventive Maintenance



fig.12



fig.13

- 9) Move the bowl arm clockwise and release it;



fig.14

- 10) Read on the comparator the bowl arm backlash value and note it;

Pay attention to the comparator read: each pointer complete lap is equivalent to 1 mm, and each scale division to 0.01 mm;

Preventive Maintenance

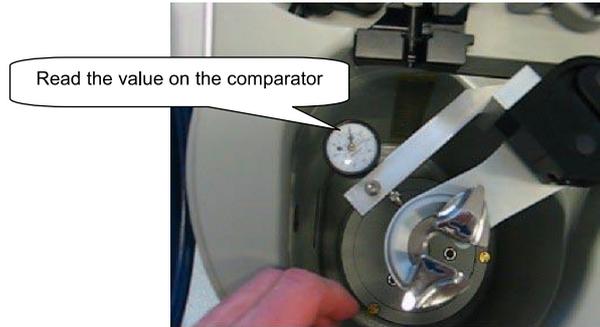


fig.15

If the read value is more than **0,15 mm**, perform the procedure to adjust the bowl arm backlash described in the **(CLBR 017) Bowl Arm Backlash Adjustment card**.

11) Unscrew the tool fixing screw and remove it from the bowl arm.

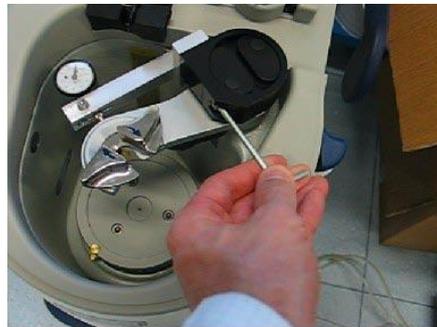


fig.16



fig.17

13.4.7 Testing the digital signals

For the following tests enter in Diagnostics Function Digital Input\Master.

13.4.7.1 Testing the Bubble sensor

Tools:

- Liquid simulator code 63015.

Procedure

- Without the simulator the **BBD** function reads **AIR**;
- Insert the simulator in the bubble sensor;
- The **BBD** function changes into **LIQUID**.

13.4.7.2 Testing the bowl arm sensor

Procedure

- With the bowl arm into open position the function **BOWL ARM** reads **OPEN**;
- Close manually the arm bowl the function **BOWL ARM** reads **CLOSE**.

For the following tests enter **Diagnostics Function Digital Input\Sensors**.

13.4.7.3 Testing the blood loss sensor

Procedure

- Blood loss function reads: **DRY**;
- Dampen the sensor;
- The **BLOOD LOSS** will change into **WET**;
- Remember to wipe the sensor.

13.4.7.4 Testing the waste bag sensor

Tools:

- 63020 Waste bag tool.

Procedure

- Put the deeper face of the tool in front of the Waste bag sensor;
- Check that **Waste Bag** function will show the current situation of the sensor : **Not Full**;
- Put the other tool face in front of the Waste Bag sensor;
- Check that **Waste Bag** function will show the current situation of the sensor : **Full**.

13.4.8 Testing the analog signals

For the following tests enter **Diagnostics Function Analog Input\Sensors**.

13.4.8.1 Testing the HGB sensor

Tools:

- Cassette code 63015 filled with saline solution.

Procedure

- Insert the tube with saline solution in the HGB support (perform different insertions and wait the assessment of the tube inside the support);
- Verify that the HGB reading is 935 (range from 885 to 985).

Preventive Maintenance

13.4.8.2 Testing the HCT sensor

Tools:

- Optical filter tool code 63006.

Procedure

- Insert the filter G10 inside the HCT support and verify that the counts are inside the range 700-770.

13.4.8.3 Testing the WEIGHT sensor

Tools:

- Loading system tool code 63013.

Procedure

- Lift the cardiotomy arm and insert the tool in the cardiotomy support;
- Check that the weight function is in the ranges (450/550 g).

13.4.8.4 Testing the PRESSURE sensor

Tools:

- Tool for the red line pressure test code 63007.

Procedure

- Check manually that without any tool inserted the sensor reading is 0;
- Insert the tool in the seat close to the RGB line sensor, from the upper side;
- the shown value **TUBE PRESSUE** respects the range (4000/5100 count).

13.4.8.5 Testing the BUFFY COAT sensor

Tools:

- Tool Buffy Coat Bowl code 63005.

Procedure

- Position the Buffy-Coat tool bowl in the Electa Concept centrifuge well in the way that the Test Side is facing the Buffy-Coat window (see fig.3) then press **IR1** soft key;

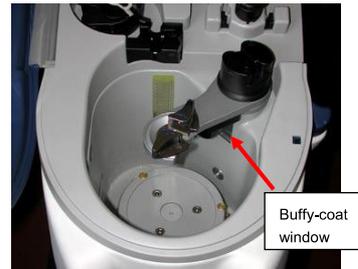


fig.18

- Verify that in the Diagnostics function **BC LEVEL** the value is in the range 845-865 counts,

Note: in case that the value is out of that range and there is no evidence of buffy coat sensor malfunctioning, it is not necessary to perform the calibration

13.4.9 Testing the bowl recognition system

Tools:

- Bar code tool code 63018.

Procedure

- Switch on the Electa Concept by pushing the **I/O** button and verify that after some seconds the **Set-up** page is shown;
- Open the centrifuge cover, close the bowl arm positioning it in the centre and close the cover again;
- Start a **New Procedure** by pushing the correspondent soft key, the message "Please wait set up and self test in progress" will be shown;
- Wait that the BT175 is recognised.

13.4.10 Electrical safety tests

Electa Concept Classification

Protection class: I

Type: BF

Electrical safety tests refer to the IEC 60.601-1 standard.

Tools:

- Automatic Safety tester.

The following are the tests to be carried out on Electa Concept:

- 1) Ground efficiency test;
- 2) Maximum Earth Leakage Current Test
- 3) Maximum Enclosure Leakage Current Test.

TESTS		ADMISSIBLE VALUES	
		NC(**)	SFC(***)
Maximum Earth Leakage Current (*)	230Vac	0.5 mA	1 mA
	120Vac	0.3 mA	NA
Maximum Enclosure Leakage Current (*)	230Vac	NA	0.5 mA
	120Vac		0.3 mA
Ground efficiency		100 mΩ (equipment only)	NA

* For those countries having 120Vac and 230Vac the test has to be performed at the same voltage of the equipment accordingly to the label in the rear part of the device

** Normal condition,

*** Single fault condition.

