

**PROPUESTA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA UN
CENTRO INTEGRAL DE OFTALMOLOGÍA.**

**LUIS FERNANDO PARRA VARGAS.
JHON ALEXANDER SARMIENTO PUENTES.**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DEL SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA
2004**

**PROPUESTA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA UN
CENTRO INTEGRAL DE OFTALMOLOGÍA.**

**LUIS FERNANDO PARRA VARGAS.
JHON ALEXANDER SARMIENTO PUENTES.**

**Monografía de Grado presentada como requisito para optar el
título de Especialista en Gerencia de Mantenimiento.**

**Director: Nancy Stella Alvarez Jurado.
Ingeniero Electrónico.**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DEL SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA
2004**

CONTENIDO

	Pagina
<u>INTRODUCCIÓN</u>	1
<u>1. ASPECTOS GENERALES DE UN CENTRO INTEGRAL DE OFTALMOLOGÍA</u>	3
<u>1.1 SITUACIÓN ACTUAL DE LOS DEPARTAMENTOS DE MANTENIMIENTO EN LAS INSTITUCIONES DEL SECTOR ESTATAL</u>	4
<u>1.2 RESEÑA HISTÓRICA DEL MANTENIMIENTO EN COLOMBIA.</u>	5
<u>1.3 DESCRIPCIÓN DE UN CENTRO INTEGRAL DE OFTALMOLOGÍA</u>	6
1.3.1 Equipos Para Consulta Oftalmológica	9
1.3.2 Equipos Para Ayudas Diagnósticas Y Exámenes Complementarios	10
1.3.3 Equipos Para Tratamientos En Consultorio	20
1.3.4 Equipos Del Área Quirúrgica	24
1.3.5 Equipos Para Cirugía Refractiva	30
1.3.6 Equipos Sala De Esterilización	33
<u>2. RECURSOS DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO</u>	37
<u>2.1 CLASIFICACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS</u>	38
2.1.1 Clasificación Según Su Uso	38
2.1.2 Clasificación Según Su Tecnología	39
2.1.3 Codificación De Equipos	42
<u>2.2 EVALUACIÓN TECNOLÓGICA</u>	44
2.2.1 Vigencia Técnica	44
2.2.2 Procesos De Depreciación	44
2.2.3 Diagnóstico De Obsolescencia	46
<u>2.3 RENOVACIÓN TECNOLÓGICA</u>	46
2.3.1 Proposición De Alternativas	50
2.3.2 Evaluación Financiera	50
2.3.3 Toma De Decisiones.	50
<u>2.4 RECURSOS FÍSICOS Y HERRAMIENTAS PARA EL ÁREA DE MANTENIMIENTO</u>	54
2.4.1 Recursos Físicos	54
2.4.2 Herramientas Para El Área De Mantenimiento	54
<u>2.5 REPUESTOS</u>	56
2.5.1 Selección De Los Repuestos.	56
2.5.2 Fijación De Los Stocks	56
2.5.3 Ficha De Repuestos	57
<u>2.6 RECURSO HUMANO Y ORGANIZACIÓN DEL ÁREA DE MTO</u>	57

2.6.1 Estructuración Del Recurso Humano	58
2.6.2 Organigrama Para El Área De Mantenimiento	60
<u>2.7 CAPACITACIÓN DE RECURSO HUMANO</u>	61
2.7.1 Objetivos De La Capacitación	61
2.7.2 Programación De La Capacitación	61
2.7.3 Selección Del Personal Para Capacitación	68
2.7.4 Tipos De Capacitación	68
<u>2.8 BIOSEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL</u>	70
<u>3. SISTEMAS DE INFORMACIÓN</u>	74
<u>3.1 FICHA TÉCNICA</u>	76
<u>3.2 HOJA DE VIDA</u>	76
<u>3.3 SOLICITUD DE SERVICIO</u>	76
<u>3.4 ELABORACIÓN DE LAS ÓRDENES DE TRABAJO</u>	82
<u>3.5 INFORMES PERIÓDICOS DE MANTENIMIENTO</u>	85
<u>3.6 INFORMACIÓN TÉCNICA</u>	85
3.6.1 Manual De Operación	86
3.6.2 Manual De Mantenimiento	86
3.6.3 Inventario De La Documentación Técnica	86
3.6.4 Control De Almacén De Repuestos	89
<u>3.7 MANTENIMIENTO E INFORMÁTICA</u>	90
3.7.1 Gestión Del Mantenimiento Asistida Por Ordenador	91
3.7.2 Técnicas De Mantenimiento Asistido Por Ordenador (Tmao)	93
3.7.3 Integración Del Gmao En La Estructura De Las Redes Industriales	95
<u>4. GESTIÓN Y ADMINISTRACIÓN DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO</u>	96
<u>4.1 MANTENIMIENTO CORRECTIVO</u>	99
4.1.1 Análisis De Un Fallo	101
4.1.2 Reparación De Fallos	103
<u>4.2 MANTENIMIENTO PREVENTIVO</u>	111
4.2.1 Mantenimiento De Uso	112
4.2.2 Mantenimiento Hard Time	112
4.2.3 Mantenimiento Predictivo	113
4.2.4 Mantenimiento Modificativo	113
4.2.5 Rutinas Y Procedimientos De Mantenimiento Preventivo	114
<u>4.3 INSPECCIÓN Y COMPROBACIÓN DE TRABAJOS DE MANTENIMIENTO TERMINADOS</u>	115
<u>4.4 NIVELES DE MANTENIMIENTO</u>	134
<u>4.5 MÉTODOS PARA REALIZAR EL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO</u>	134
4.5.1 Mantenimiento Por Sectores	134
4.5.2 Mantenimiento Interno	134
4.5.3 Mantenimiento Externo O Contratado	135
<u>4.6 GESTIÓN DE CALIDAD APLICADO AL ÁREA MANTENIMIENTO</u>	139
4.6.1 Establecimiento De Políticas De Calidad	141

<u>4.6.2 Planteamiento De Objetivos De Calidad</u>	142
<u>5. CONTROL DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO</u>	143
<u>5.1 DISTRIBUCIÓN DE TIEMPOS, FIABILIDAD Y DISPONIBILIDAD</u>	143
<u>5.2 ÍNDICES, CONTROLES E INFORMES DE GESTIÓN ADMINISTRATIVA.</u>	147
<u>5.3 INDICADORES DEL ALMACÉN DE REPUESTOS.</u>	151
<u>6. CONCLUSIONES</u>	153
<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	155

LISTA DE FIGURAS

	Pagina
Figura 1. Infraestructura de un centro integral de oftalmología típico.	7
Figura 2. A) Unidad de refracción. B) Lámpara de hendidura. C) Autorefractómetro.	9
Figura 3. A) Configuración óptica de una lámpara de hendidura. B) Lámpara SL 115.	10
Figura 4. Autorrefractómetro “ACUITUS”	11
Figura 5. Partes principales “IOLMASTER”	11
Figura 6. A) Biómetro de no contacto, b) Biómetro ultrasónico.	12
Figura 7. Ecógrafo ultrasónico.	12
Figura 8. Partes principales Campímetro “MATRIX”	14
Figura 9. Partes principales Campímetro “HFA II”	15
Figura 10. A) Campímetro HFA II, B) FDT	16
Figura 11. Topógrafos corneales.	17
Figura 12. Tomógrafo retiniano de coherencia óptica	17
Figura 13. Componentes del sistema Tomógrafo retiniano de coherencia óptica.	18
Figura 14. Cámara de angiografía.	19
Figura 15. Partes principales del sistema FF450 con Visupac.	20
Figura 16. Partes principales del sistema Laser YAG II.	20
Figura 17. Láser YAG.	21
Figura 18. Conducción del rayo láser a través de la lámpara de hendidura.	21
Figura 19. Láser fotocuagulación.	22
Figura 20. Partes principales del sistema “PDT”	23
Figura 21. Láser fotodinamia “PDT”.	24
Figura 22. Diagrama de bloques del sistema Facoemulsificador.	24
Figura 23. Partes principales del sistema Facoemulsificador.	25
Figura 24. A) Facoemulsificador, b) Vitreofago.	26

Figura 25. Partes principales del cuerpo de microscopio.	27
Figura 26. Partes principales del sistema estativo.	28
Figura 27. Microscopio quirúrgico.	29
Figura 28. Mesas y lámparas para cirugía.	29
Figura 29. Maquinas de anestesia y monitores.	30
Figura 30. Defectos refractivos del ojo humano	30
Figura 31. Diagrama de bloques de un excimer láser	31
Figura 32. Sistema de ópticas de un Excimer láser.	32
Figura 33. A) Excimer láser, b) Plataforma diagnostico excimer (Topógrafo, Aberrómetro).	33
Figura 34. Esterilizadores.	34
Figura 35. Inventario De Equipos Biomédicos	40
Figura 36. Catastro físico funcional.	43
Figura 37. Etiqueta de consecutivo del equipo.	43
Figura 38. Depreciación.	45
Figura 39. Diagnostico de obsolescencia.	47
Figura 40. Preselección De Equipos.	49
Figura 41. Comparación de características técnicas.	51
Figura 42. Solicitud de adquisición	52
Figura 43. Ficha de repuestos.	57
Figura 44. Organigrama propuesto para el área de mantenimiento.	60
Figura 45. Perfiles y funciones de cargo del jefe de mantenimiento.	62
Figura 46. Perfiles y funciones de cargo de técnico electro biomédico.	63
Figura 47. Perfiles y funciones del cargo de técnico electrónico.	64
Figura 48. Perfiles y funciones del cargo de técnico electromecánico.	65
Figura 49. Perfiles y funciones de cargo de secretaria.	66
Figura 50. Perfiles y funciones de cargo de auxiliar de servicios.	67
Figura 51. Lección de un punto.	69
Figura 52. Formato ficha técnica.	77
Figura 53. Formato hoja de vida, parte 1.	78
Figura 54. Formato hoja de vida, parte 2.	79

Figura 55. Formato solicitud de servicio	80
Figura 56. Formato orden trabajo	81
Figura 57. Circuito de la orden de trabajo OT.	83
Figura 58. Ficha de inventario de repuestos.	89
Figura 59. Solicitud de repuestos.	90
Figura 60. Mantenimiento e informatica.	92
Figura 61. Administración hospitalaria, tendencia del siglo XX.	96
Figura 62. "Facility Manager"	98
Figura 63. Clases de Mantenimiento.	99
Figura 64. Análisis de fallas.	102
Figura 65. Formas de fallo mecánico y eléctrico	104
Figura 66. Ejemplo de Procedimientos y Procesos de Correctivo.	106
Figura 67. Programa anual de Mantenimiento.	116
Figura 68. Ejemplo procedimiento: Mantenimiento láser de Argon.	120
Figura 69. Evaluación de contratos de mantenimiento externo.	140
Figura 70. Mejoramiento continuo.	141
Figura 71. Periodo de tiempos de funcionamiento de un equipo.	145
Figura 72. Fiabilidad y disponibilidad	147
Figura 73. Datos de mantenimiento e indicadores	149
Figura 74. Indicadores de gestión.	150
Figura 75. Índices de almacén	152

LISTA DE TABLAS

	Pagina
Tabla 1. Código De Equipos.	42
Tabla 2. Código de equipo en la institución.	43
Tabla 3. Herramientas mínimas requeridas para los talleres de electromedicina, electrónica y electromecánica.	55
Tabla 4. Principales riesgos en las instituciones de salud	72
Tabla 5. Inventario documentación técnica.	87
Tabla 6. Causas de los fallos.	100
Tabla 7. Código análisis de fallo.	101
Tabla 8. Código por naturaleza.	101
Tabla 9. Código por gravedad.	101
Tabla 10. Periodo de tiempos de funcionamiento de un equipo.	143

RESUMEN

TÍTULO: PROPUESTA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA UN CENTRO INTEGRAL DE OFTALMOLOGÍA (CIO)*.

AUTOR (ES): LUIS FERNANDO PARRA VARGAS, JHON ALEXANDER SARMIENTO PUENTES**.

PALABRAS CLAVES: MANTENIMIENTO, GESTIÓN, EQUIPO BIOMÉDICO, OFTALMOLOGÍA.

DESCRIPCIÓN O CONTENIDO: El objetivo de este proyecto es dar a conocer las herramientas necesarias para la creación del área de soporte tecnológico e incrementar la eficacia, productividad, la seguridad en el uso de las tecnologías biomédicas, la aplicación y uso de normas técnicas en los centros hospitalarios y oftalmológicos. Los pacientes se aproximan a las clínicas por servicios y tienen expectación respecto a su cuidado. Ellos esperan recibir servicios apropiados por personal calificado, usando equipos que son seguros y están funcionando correctamente. En orden de cumplir con esta expectación, la gestión clínica debe tener implementado procedimientos para comprobar la competencia de los empleados, la seguridad y precisión de los equipos usados en diagnóstico y cirugía. La ley 100/93 que regula el Sistema General de Seguridad Social en Salud, (los Artículos 189 del mantenimiento hospitalario y el Artículo 190 la evolución tecnológica) hace requerimientos respecto al mantenimiento y calibración del equipo biomédico que se usa en las clínicas prestadoras de servicios de salud.

Cada clínica debería tener políticas que dirección en la seguridad y el mantenimiento de todo el equipo, pero particularmente el equipo biomédico usado en la atención de pacientes. Además de las regulaciones, los gerentes de las clínicas deben considerar las recomendaciones de los fabricantes cuando redactan los procedimientos y educan a los empleados en el uso de los equipos. Sus políticas deberían incluir: evaluación e inventario del equipo, implementar documentos de gestión, valorar y minimizar los riesgos físicos y clínicos del equipo, gestión en la adquisición de equipo nuevo, inspección de equipo nuevo antes de ser puesto en servicio, orientación a empleados antes de usar el equipo, inspección visual al equipo antes de su uso, gestión del mantenimiento preventivo del equipo, procedimientos de calibración, procedimientos a seguir en caso de lesión, acción y verificación del equipo en caso de solicitud de emergencia, en base a reportes e investigaciones gestionar los problemas, fallas, y errores de operación, responsabilidad grupal de la gestión de equipos, evaluación periódica de los planes de gestión del equipo biomédico, etc.

Un mantenimiento adecuado del equipo biomédico puede prevenir retrasos en la prestación de los servicios clínicos debido al malfuncionamiento del equipo. El equipo que opera con seguridad, con precisión, mejora el rendimiento de los servicios en la clínica y cumple con las expectativas de un cuidado de calidad al paciente.

* Monografía.

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Especialización en Gerencia de Mantenimiento, Director: Nancy Stella Alvarez Jurado, Ingeniero Electrónico.

SUMMARY

TÍTULO: MANAGEMENT MAINTENANCE PROPOSAL FOR AN OPHTHALMOLOGICAL INTEGRAL CENTER (OIC)*.

AUTHOR (S): LUIS FERNANDO PARRA VARGAS, JHON ALEXANDER SARMIENTO PUENTES**.

KEYWORDS: MAINTENANCE, MANAGEMENT, BIOMEDICAL EQUIPMENT, OPHTHALMOLOGY.

SUBJECT OR DESCRIPTION: The object of this project is give to know the necessary tools for the creation of the area of technological support for increase the effectiveness, productivity and security in the use of the biomedical technologies and the application of norms technical used in the hospital and ophthalmologic centers. Patients coming to the health clinic for services have expectations regarding their care. They expect to receive appropriate services by qualified staff members using equipment that is safe and functioning correctly. In order to deliver on that expectation, clinic management must have in place procedures to monitor the competency of the staff and the safety and accuracy of the equipment used in testing and surgery. , The law 100/93 that regulates the General System of Social Security in Health, (the Articles 189 the hospital maintenance and the Article 190 the technological evolution) has requirements regarding the maintenance and calibration of biomedical equipment used in the delivery of care in the occupational health clinic.

Each clinic should have a policy that addresses the safety and maintenance of all equipment, but particularly the biomedical equipment used in patient care. In addition to the above regulations, the clinic manager must consider the manufacturer's recommendations when writing procedures and educating staff on the use of equipment. Your policy should include: Evaluation and Inventory of equipment management, introduce management documents, assessing and minimizing clinical and physical risk of equipment, management acquisition of new equipment, inspection of new equipment prior to putting into service, orientation of employees prior to using equipment, Visual inspection of equipment prior to use, management preventive maintenance of equipment, calibration procedures, procedure to follow in case of injury, monitoring and acting on equipment in case of emergency recall, reporting and investigating equipment management problems, failures, and user errors, required signage, responsible party for management of the equipment, periodical evaluation of the biomedical equipment management plan, etc.

Adequately maintenance equipment can prevent delays in delivery of clinic services due to malfunctioning equipment. Equipment that operates safely and accurately improves the completion of the tasks performed in your clinic and meets your patients' expectations of quality care.

* Monograph

** School of Mechanical Engineering. Maintenance Management Specialization. Director: Nancy Stella Alvarez Jurado, Electronic Engineer.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo hospitalario durante las dos últimas décadas ha traído la necesidad de crear un departamento o servicio especial en los hospitales y clínicas para proveer de óptimo rendimiento el equipamiento hospitalario, que en los últimos años ha venido en constante aumento.

La modificación de las pautas diagnósticas, el tratamiento, la recuperación y el mantenimiento de la salud del ciudadano se han desarrollado en paralelo al que han tenido las nuevas tecnologías y los desarrollos científicos en materia de salud. En los Hospitales esto se ha traducido, en gran medida, en un aumento de los equipamientos técnicos asociados a la técnica médica. Y hoy podemos decir, que el dominio de la técnica se ha impuesto en los hospitales y con ello se incrementa el valor de la Ingeniería para el mantenimiento y la explotación racional del equipamiento.

El Mantenimiento de los Equipos Electromédicos es un tema de gran actualidad, y polémico, que inquieta a los profesionales del sector y que, posiblemente, se trasciende a sí mismo. La gestión del Mantenimiento del Equipamiento Médico, puede llegar a ser, en el futuro, motor de cambio en las Inversiones de los Centros Hospitalarios, sin hablar lo que puede significar en lo relacionado con el nivel tecnológico de los equipos utilizados en la práctica médica en nuestros Hospitales. Las implicaciones que estos cambios podrían tener no solamente para los gestores de los Centros Hospitalarios, si no para las propias Compañías comercializadoras de equipamiento, son enormes.

El mercado clásico de la Electromedicina está en completa transformación. La aparición de comercializadoras que integran tanto dotación de equipamiento como Servicios, ha venido a significar un cambio completo en este mercado. Todo ello, sin duda, podría tener repercusión importante en la manera de gerenciar una parte de los recursos económicos y materiales de los Hospitales.

A esta necesidad de mantenimiento y explotación racional del Equipamiento hospitalario se están dando diferentes soluciones: desde la contratación del Servicio de Mantenimiento hasta la disposición en el propio Hospital o Centro de Salud, de personal técnico propio cualificado para la resolución de los problemas técnicos que se planteen.

El propósito del área de mantenimiento es hacer que los medios técnicos estén en las mejores condiciones posibles, el máximo tiempo disponible y al menor coste, para satisfacer las necesidades de salud de la población.

Esta propuesta tiene como finalidad brindar los parámetros y variables necesarios que debe reunir para ejecutar una amplia gama de tareas administrativas, técnicas y de gestión, y cuya responsabilidad se centrara y coordinara en particular en una dependencia de la institución. Esta debe estar relacionada estrechamente con las actividades de planeación, metas y objetivos del centro hospitalario. Esta área será la responsable por el mantenimiento de equipos médicos, como toda la gestión tecnológica, biomédica y la supervisión de aplicación de normas técnicas a nivel hospitalario, el cual repercutirá en la prestación de un mejor servicio para la comunidad beneficiaria del servicio de salud.

1. ASPECTOS GENERALES DE UN CENTRO INTEGRAL DE OFTALMOLOGÍA

En todas las áreas de un Centro Integral de Oftalmología una mala administración genera sobre costos en la operación, en el caso particular de mantenimiento la compra de repuestos mal programada, una deficiente planeación y ejecución de actividades, la adquisición de tecnología sin estudio previo hace que el área gaste sus recursos de manera indebida. En el mercado se crean herramientas para el desarrollo de nuevas alternativas que permitan hacer un control estricto sobre todas y cada una de las complejas actividades que a diario se hacen dentro del Mantenimiento de instituciones de esta índole, pero no son los modelos importados, ni los más sofisticados los que nos van a solucionar esta problemática, la idea es implementar modelos que se ajusten a la realidad y a las necesidades particulares de la Clínica. En consecuencia nuestra propuesta planteará procedimientos prácticos que permitirán controlar la gestión de los equipos médicos.

El gobierno nacional mediante la expedición del Decreto 1769 de 1.994 y su aclaratorio el Decreto 1617 de 1. 995 reglamentó el artículo 189 de la ley 100 de 1.993 sobre el mantenimiento hospitalario. El Decreto 2174 de 1.996, por el cual se organiza el sistema de garantía de calidad, establece en su artículo 3 la disponibilidad y suficiencia de recursos. El presente trabajo pretende orientar a "no especialistas" a estandarizar el proceso de mantenimiento a equipo médico dentro de una institución hospitalaria privada. La orientación tratará de normalizar todos los pasos a seguir durante el ciclo de vida útil.

Esta deficiencia es mas frecuente de lo que los Ingenieros podemos imaginarnos, pero la realidad es que existe un total desconocimiento de lo que la gestión tecnológica de equipos médicos representa para una institución de salud. Por lo tanto el resultado de este trabajo será una guía práctica de gestión del Mantenimiento hospitalario que se ajuste a las necesidades de la Clínica y que permita planear, administrar, tomar decisiones, mantener y operar óptimamente el parque de equipos médicos.

En Colombia se viene incrementando los departamentos de mantenimiento ya estructurados y con un fundamento, pero estos no poseen un sistema que pueda ayudar a minimizar tiempos en los procesos.

A medida que en el país se incrementa la adquisición de equipamiento con tecnología de punta, a altos costos para todas las especialidades, se debe tener

un plan de mantenimiento definido para una buena conservación; y así garantizar su funcionamiento y conseguir con ello un servicio de calidad.

En atención a que las instituciones de salud giran alrededor de la prestación de servicios para salvar vidas o mejorar el estado de salud de las personas, se hace necesario que todo el entorno físico, (infraestructura y equipamiento) sea conservado de manera que no falle y ofrezca el máximo grado de seguridad a la institución para que consiga su objetivo fundamental.

Las funciones de mantenimiento van más allá de las funciones de reparación, su valor se aprecia en la medida que éstas disminuyen, y esto es producto de un trabajo planeado y sistemático con apoyo y recurso de una política integral de las directivas de las de las instituciones hospitalarias.

El departamento de mantenimiento toma importancia en el momento que su personal tome conciencia de su función y tome decisiones cuando estas se tienen que tomar. El cambio es necesario para el beneficio de los integrantes de la organización.

La búsqueda de planeación dirigida en las unidades de mantenimiento es necesaria para cambiar su imagen, con la responsabilidad de minimizar costos, tiempos en los procesos y generar a las instituciones un cambio en los servicios que se prestan a los usuarios que son los que se benefician por tener a la disposición el equipamiento para su servicio con la calidad que se merece.

1.1 SITUACIÓN ACTUAL DE LOS DEPARTAMENTOS DE MANTENIMIENTO EN LAS INSTITUCIONES DEL SECTOR ESTATAL

El mantenimiento de equipos científicos en general es un componente importante en la calidad. En los países subdesarrollados que durante décadas se viene importando toda clase de equipamiento de diagnóstico, investigación, tratamiento. La lucha empresarial en busca de tecnología hace que exista un tiempo muy corto entre el descubrimiento científico y la aplicación clínica; originando inconvenientes en familiarizarse con la tecnología, los altos costos en el mantenimiento con tecnología de superficie que no permite la intervención del profesional y la compatibilidad entre tecnologías por la diversidad originando un abandono temprano de tecnología que afecta nuestra realidad.

El uso de equipamiento altamente complejos producto del desarrollo tecnológico determina un gasto creciente en el mantenimiento a la gran inversión que es necesario proteger con la aplicación de técnicas modernas, en la operación y conservación, capacitación del personal garantizando la capacidad productiva del recurso físico en salud. Con el significado de la prestación de los servicios a la población que son la razón de ser de los establecimientos de salud asegurando la

asistencia medica adecuada. Con esta reflexión la evolución en la creación de departamentos de mantenimiento en las instituciones hospitalarias se viene incrementando con una estructura en la planeación, adquisición, metas, seguridad, evaluación del equipamiento y con la participación de las directivas y el personal. Algunos hospitales universitarios tomando la iniciativa y la realidad latente en la adquisición de tecnología de punta necesaria para la atención de sus usuarios y mantenerse en el mercado. Donde los componentes a evaluar como la calidad, eficiencia, utilización eficiente de los recursos.

Los esfuerzos para extender la cobertura de los servicios hace que se mire hacia el departamento de mantenimiento por parte de las directivas donde el mantenimiento toma un estatus en las organización con autonomía de gerencia y administración de los recursos sobre la bases sólidas de ingeniería, decisiones técnicas basadas en la información que facilite un conocimiento de los problemas eliminando los puntos débiles para la corrección definitiva con indicadores de gestión.

Los departamentos de mantenimiento estructurados basan la prestación de sus servicios bajo el concepto de la administración y en los servicios de ingeniería con el concepto de la productividad con el uso adecuado de los productos con un empleo efectivo de los recursos.

Es necesario tener un profesional con los conceptos administrativos, tecnológicos y con el cumplimiento de las políticas de las directivas dentro de la organización, administración, control fiscal, y construir una fuente adicional como entidad prestadora de servicios optimizando la capacidad operativa y tecnológica.

1.2 RESEÑA HISTÓRICA DEL MANTENIMIENTO EN COLOMBIA.

En el año 1966 funciona por primera vez un departamento de mantenimiento organizado, en el Hospital Central Militar, bajo la dirección del Dr. Carlos A. González después de haber cursado estudios de especialización en los EE.UU. Técnicamente fueron organizados dotados de equipo y herramientas especializadas para electrónica, electricidad, mecánica de precisión, equipo para las maquinas de anestesia, los talleres de metalmecánica, carpintería, pintura, los almacenes de repuestos y herramientas se ubicaron y codificación.

Se organizaron cursos sobre operación y mantenimiento de equipo e instalaciones, manejo de gases y combustibles, con participación de los servicios de enfermería y servicios generales. Este interés se despertó hasta llegar al Ministerio de Salud Publica donde el Dr. Gustavo Malagon Londoño gerente general de CORDAL Corporación Proveedora de Instituciones de Asistencia Social en 1970. La propuesta pasa al Ministerio de Salud dirigida al Dr. Antonio Ordóñez

Plaja, se organizo un programa a nivel Nacional para la recuperación de equipo que se encontraba abandonado en los hospitales del país. Se creo el Centro Nacional de Ingeniería y Mantenimiento Hospitalario bajo la dirección CORDAL. El Instituto de Seguro Social tradicionalmente se ha venido auto-asistiendo mediante una dependencia interna que presta sus servicios desde el Hospital San Pedro Claver de Bogotá y con algunos contratistas del sector privado, la Caja Nacional de Previsión Social no cuenta con una organización para el mantenimiento; contrata los servicios con el sector privado, las Fuerzas Militares no cuenta con servicios de mantenimiento propio se contrata con entidades privadas en su mayoría.

En la actualidad se dictan cursos de electromedicina y mantenimiento hospitalario en la escuela de sub-oficiales técnica de la Fuerzas Aérea Colombiana para su propio personal proyectado con auto asistencias para el futuro. La clínica de la Policía en cuya construcción se invirtieron cuatro mil millones de pesos, con una capacidad de 373 camas fue dotada con tecnología de diversas marcas actualmente cuenta con un departamento estructurado. Varios Hospitales Universitarios han organizado un departamento de mantenimiento como el Hospital Pablo Tobón Uribe (Medellín) Universitario Evaristo García (Cali), Federico Lleras Acosta (Ibagué), Ramón Gonzáles Valencia de Bucaramanga y en el área de la oftalmología tenemos la fundación Oftalmológica de Santander (FOS), Clínica De Oftalmología de Cali, Clínica Oftalmológica de Antioquia, Clínica de oftalmología San Diego en Medellín, Instituto Barraquer en Bogotá, entre otros siendo estos los casos especiales del país.

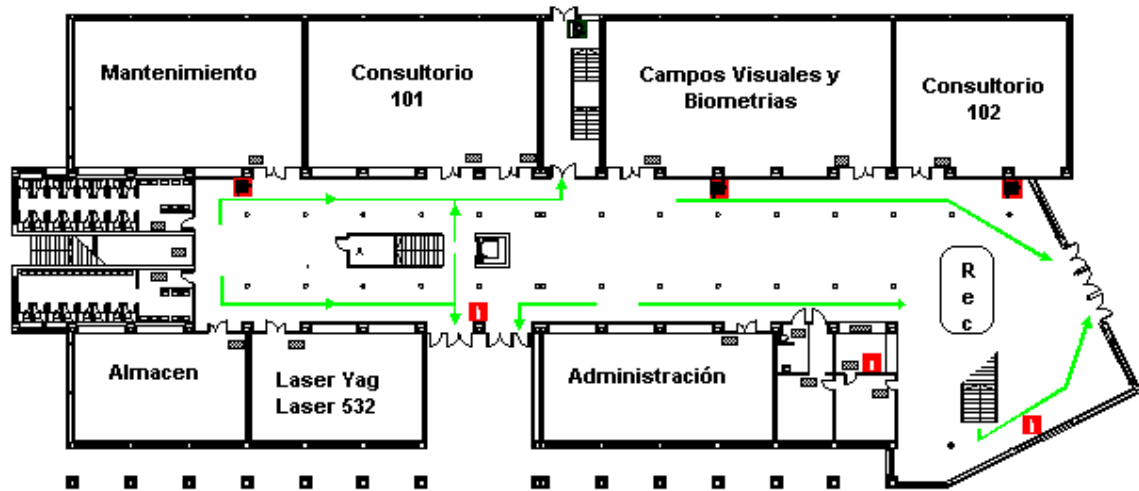
1.3 DESCRIPCIÓN DE UN CENTRO INTEGRAL DE OFTALMOLOGÍA

Para un Centro Integral de Oftalmología el objetivo primordial es ser una institución oftalmológica de servicios integrados en un solo sitio, en la cual estén los profesionales de mas alto prestigio con especialización en cada una de las áreas de la oftalmología, teniendo las mejores instalaciones y equipos de última generación soportado en una infraestructura sólida, formada por enfermeras especializadas, sistema de cómputo y personal administrativo altamente capacitado, cerrando con ello el círculo para alcanzar la excelencia.

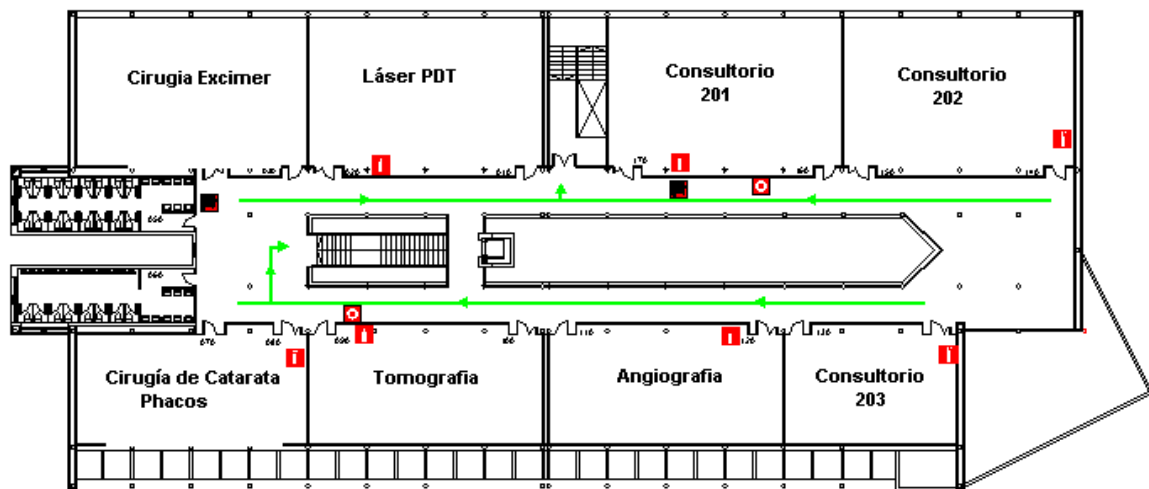
Con la constante preocupación de brindar un mejor servicio tanto desde el punto de vista médico profesional, como en lo relativo a instalaciones cómodas y funcionales, a continuación describimos las diferentes áreas del centro integral de oftalmología, tal como se puede ver en la figura 1.

Los CIO son entidades relativamente con poco tiempo de operación, y no cuentan con una organización del departamento de mantenimiento. Esta deficiencia es mas frecuente de lo que los Ingenieros podemos imaginarnos, pero la realidad es que existe un total desconocimiento de lo que la gestión tecnológica de equipos

Figura 1. Infraestructura de un centro integral de oftalmología típico.



PLANTA BAJA



SEGUNDA PLANTA

médicos representa para una institución de estas. En todas las áreas de un Centro Oftalmológico una mala administración genera sobre costos, y en el caso particular de mantenimiento la compra de repuestos mal programada, una deficiente planeación, ejecución de actividades, la adquisición de tecnología sin estudio previo, etc. hacen que la institución gaste sus recursos de manera indebida.

Las funciones de mantenimiento van más allá de la reparación, su valor se aprecia en la medida que éstas disminuyen, y esto es producto de un trabajo planeado y sistemático con apoyo y recurso de una política integral de las directivas del CIO.

En el mercado se crean herramientas para el desarrollo de nuevas alternativas que permitan hacer un control estricto sobre todas y cada una de las complejas actividades que a diario se hacen dentro del Área Mantenimiento, pero no son los modelos importados, ni los más sofisticados los que nos van a solucionar esta problemática, la idea es implementar modelos que se ajusten a la realidad y a las necesidades particulares de un Centro Oftalmológico.

Los esfuerzos para extender la cobertura de los servicios hace que se mire hacia el departamento de mantenimiento por parte de las directivas, donde el mantenimiento toma un estatus en las organización con autonomía de gerencia y administración de los recursos sobre la bases sólidas de ingeniería, decisiones técnicas basadas en la información que facilite un conocimiento de los problemas eliminando los puntos débiles para la corrección definitiva con indicadores de gestión.

Los departamentos de mantenimiento estructurados basan la prestación de sus servicios bajo el concepto de la administración y en los servicios de ingeniería con el concepto de la productividad con el uso adecuado de los productos con un empleo efectivo de los recursos.

Es necesario tener un profesional con los conceptos administrativos, tecnológicos y con el cumplimiento de las políticas de las directivas dentro de la organización, administración, control fiscal, y construir una fuente adicional como entidad prestadora de servicios optimizando la capacidad operativa y tecnológica.

Una forma de evaluar la necesidad de implementar la gestión de mantenimiento, es indagando con los operarios, quienes enfrentan día a día los problemas ocasionados por un mal funcionamiento de los equipos biomédicos y las consecuencias que conlleva esto a los pacientes.

El Centro Integral de Oftalmología tiene como principal criterio, el de ofrecer a los pacientes el mejor servicio posible, por lo cual se debe incorporar las técnicas más avanzadas tanto en el diagnóstico como en el tratamiento de las distintas patologías oculares.

Los equipos biomédicos de un centro integral de oftalmología (CIO), son los siguientes distribuidos según su uso:

1.3.1 Equipos Para Consulta Oftalmológica

- **Unidad de refracción:** La cual esta constituida por una lámpara de hendidura, foropter, generador de optotipos, autorrefractómetro, etc. Ver figura 2A.

Figura 2. A) Unidad de refracción. B) Lámpara de hendidura. C) Autorefractómetro.



A



B



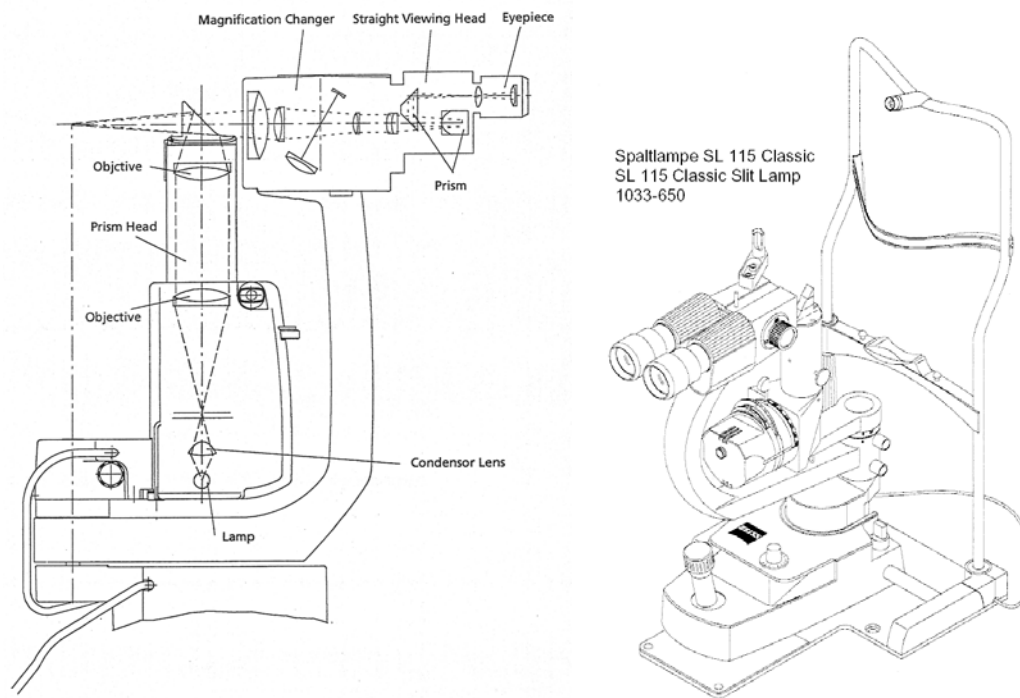
C

Lámpara de hendidura: La lámpara de hendidura es un instrumento que se utiliza con una fuente de luz de alta intensidad que se puede enfocar para que ilumine en forma de hendidura y se usa con el biomicroscopio (un instrumento óptico similar a un microscopio con dos oculares).

En la figura 3A se puede observar la configuración óptica de una lámpara de hendidura, en donde se muestra el paso de la luz generada por una fuente de voltaje mediante una bombilla, a través de los lentes objetivos y prismas para así poder visualizar con detalle las diferentes partes del ojo. Ver figura 3B lámpara SL 115.

La lámpara de hendidura se utiliza para exámenes del ojo, adaptación de lentes, ofrece un gran campo luminoso y visual, dotada de la protección adecuada y fiable contra radiaciones de luz ultravioleta e infrarroja. Ideal para video documentación. Por medio del examen con lámpara de hendidura, se pueden

Figura 3. A) Configuración óptica de una lámpara de hendidura. B) Lámpara SL 115.



muchas enfermedad oculares, incluyendo: Cataratas, Lesión corneal, Degeneración macular, Presbiopía, Desprendimiento de retina, Oclusión de los vasos retinianos, Retinitis pigmentosa, Síndrome de Sjogren, Uveítis. Ver figura 2B.

- **Autorefractómetro:** Medición objetiva computarizada del defecto refractivo del ojo para la prescripción de anteojos, lentes de contacto o cirugía. Ver figura 2C. Este equipo de ultima tecnología esta compuesto por unidad central compuesta por microprocesadores, sistema óptico de lentes que amplian con detalle las características del ojo, un sistema electronico de control de los motores para realizar el enfoque adecuado y una unidad de visualización, teclado e impresión ver figura 4.

1.3.2 Equipos Para Ayudas Diagnósticas Y Exámenes Complementarios

- **Biometría ocular:** Es posible llevar a cabo una medición exacta de la longitud del eje ocular incluso en ojos que no están idealmente formados. La alta ametropía y el tamaño de la pupila así como el estado de ajuste no afectan la exactitud de la medición. La regla biométrica de no contacto nos permite realizar las mediciones de forma consecutiva y automática en la figura 5 se observa las partes principales de este equipo, el cual trabaja basándose en el sistema operativo Windows 95.

Figura 4. Autorrefractómetro "ACUITUS"

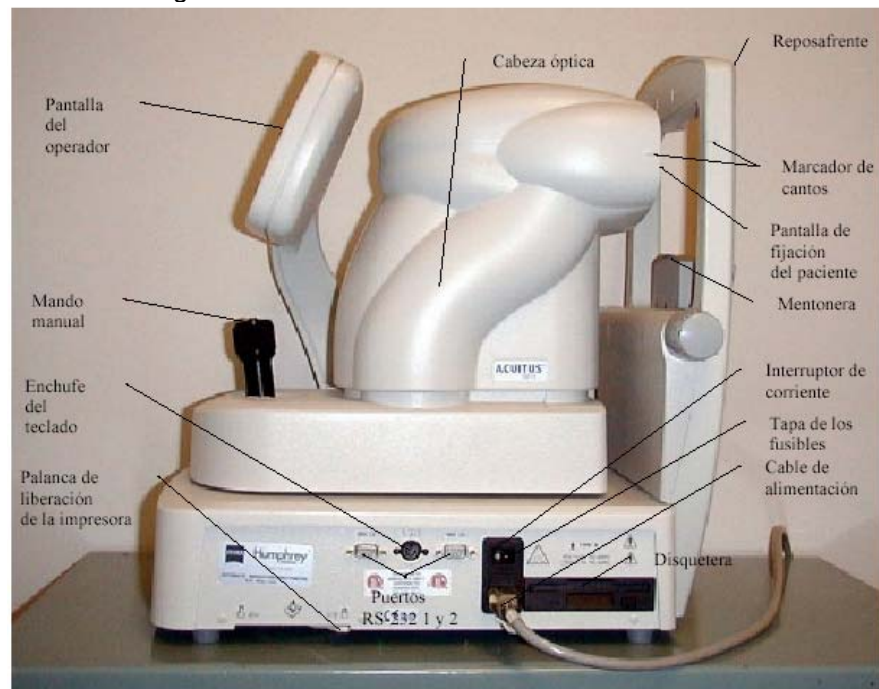
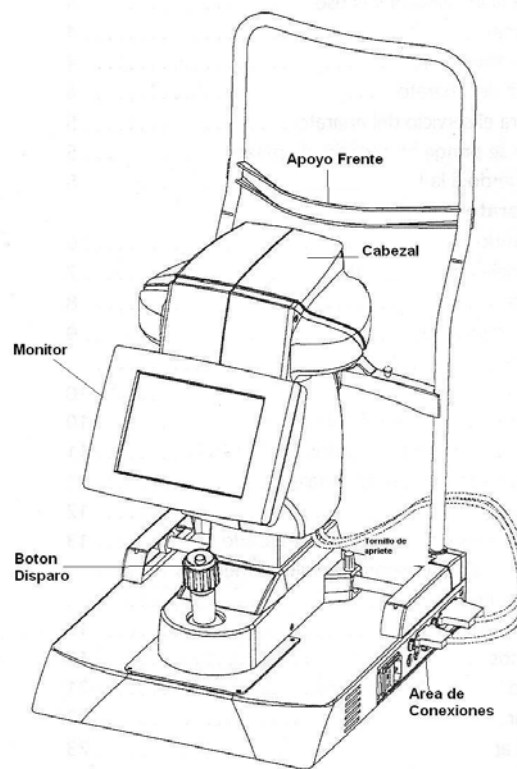


Figura 5. Partes principales "IOLMASTER"



El instrumento automáticamente detecta el ojo derecho o el izquierdo mientras toma las medidas. La longitud axial, el radio de la córnea y la profundidad de la cámara anterior del ojo del paciente, son medidas tomadas con estos instrumentos. Los datos requeridos para la determinación de los lentes intraoculares son recabados por cómputo. Ver figura 6.

Figura 6. A) Biómetro de no contacto, b) Biómetro ultrasónico.



A



B

- **Ecografía Ocular:** Por medio del Transductor con cristal de cuarzo Piezoeléctrico estimulado por corriente eléctrica que emite un haz de ultrasonidos direccional, se envía al ojo y órbita un pulso de ultrasonidos a cortos intervalos, los que son reflejados de retorno (Ecos) nuevamente hacia el transductor que contiene un Receptor - Transmisor hacia el Ecógrafo Ocular y su Pantalla. De esta manera la pantalla muestra una imagen de las estructuras internas del ojo. Ver figura 7.

Figura 7. Ecógrafo ultrasónico.



La pantalla muestra la posición de estos Ecos, indicando así la profundidad de la superficie reflectante anatómica: 1er. eco corresponde a la córnea, 2do. eco corresponde a la cara anterior del cristalino, 3er. eco corresponde a la cara posterior del cristalino, y el 4to. eco corresponde a la Retina, Coroides, Esclera y Órbita Posterior. Entre el 3er. y el 4to. eco existe un silencio acústico que corresponde a la cámara vítrea. Existen 2 modos de Ecografía Ocular: El "A" y el "B".

- El modo "A" (Tiempo-Amplitud), muestra los ecos - pico sobre una línea basal isoelectrica que indica 0 % de Reflectividad. Estos ecos-pico pueden llegar a tener 100% de Reflectividad, según las características del tejido que se examina sirviéndonos esto para el diagnóstico diferencial de la diversidad patológica intraocular y retrocristaliniana cuando existen los medios transparentes oculares anteriores (Córnea, Humor Acuoso o Cristalino) Opacos; también sirve para determinar la longitud axial del ojo y así poder determinar el poder del lente intraocular a implantar en las operaciones de catarata; determina el tamaño de lesiones intraoculares (Eco biometría Ocular).
- El modo "B" (Intensidad Modulada), dibuja el ojo bidimensionalmente, pero el ecografista debe permanentemente pensar en imágenes tridimensionales.
- **Análisis computarizado de campos visuales:** El propósito de la prueba del campo visual, o perimetría es proveer información importante para:
 - Diagnosticar enfermedades de la vista, especialmente el glaucoma
 - Evaluar enfermedades neurológicas
 - Controlar el progreso de las enfermedades de la vista.

El Campímetro computarizado es un sistema que nos permite realizar un mapa del campo visual, el equipo posee las siguientes unidades principales:

- Unidad central de procesamiento
- Sistema de control electromecánico
- Unidades de almacenamiento y visualización.
- Periféricos.

En la figura 8 y 9. Podemos observar las partes externas y de manejo de los equipos "MATRIX" y "HFA II".

Figura 8. Partes principales Campímetro "MATRIX"



El paciente debe sentarse frente al equipo en el domo cóncavo y fijar la vista en un objeto central dentro del domo. Un programa computarizado hace titilar pequeñas luces en diferentes lugares de la superficie del domo y el paciente debe presionar un botón para indicar que detectó las pequeñas luces en su visión periférica.

Las respuestas del paciente se comparan con grupos de control de edades equivalentes para determinar la presencia de defectos en el campo visual. Los resultados anormales pueden indicar la presencia de enfermedades del sistema nervioso central, tales como tumores que lesionan o comprimen las partes del cerebro que tienen que ver con la visión.

Otras enfermedades que pueden afectar el campo visual del ojo son diabetes, hipertiroidismo (una condición caracterizada por la producción hormonal excesiva de la tiroides), hipertensión, enfermedades de la glándula pituitaria y esclerosis múltiple. Ver figura 10.

Figura 9. Partes principales Campímetro “HFA II”

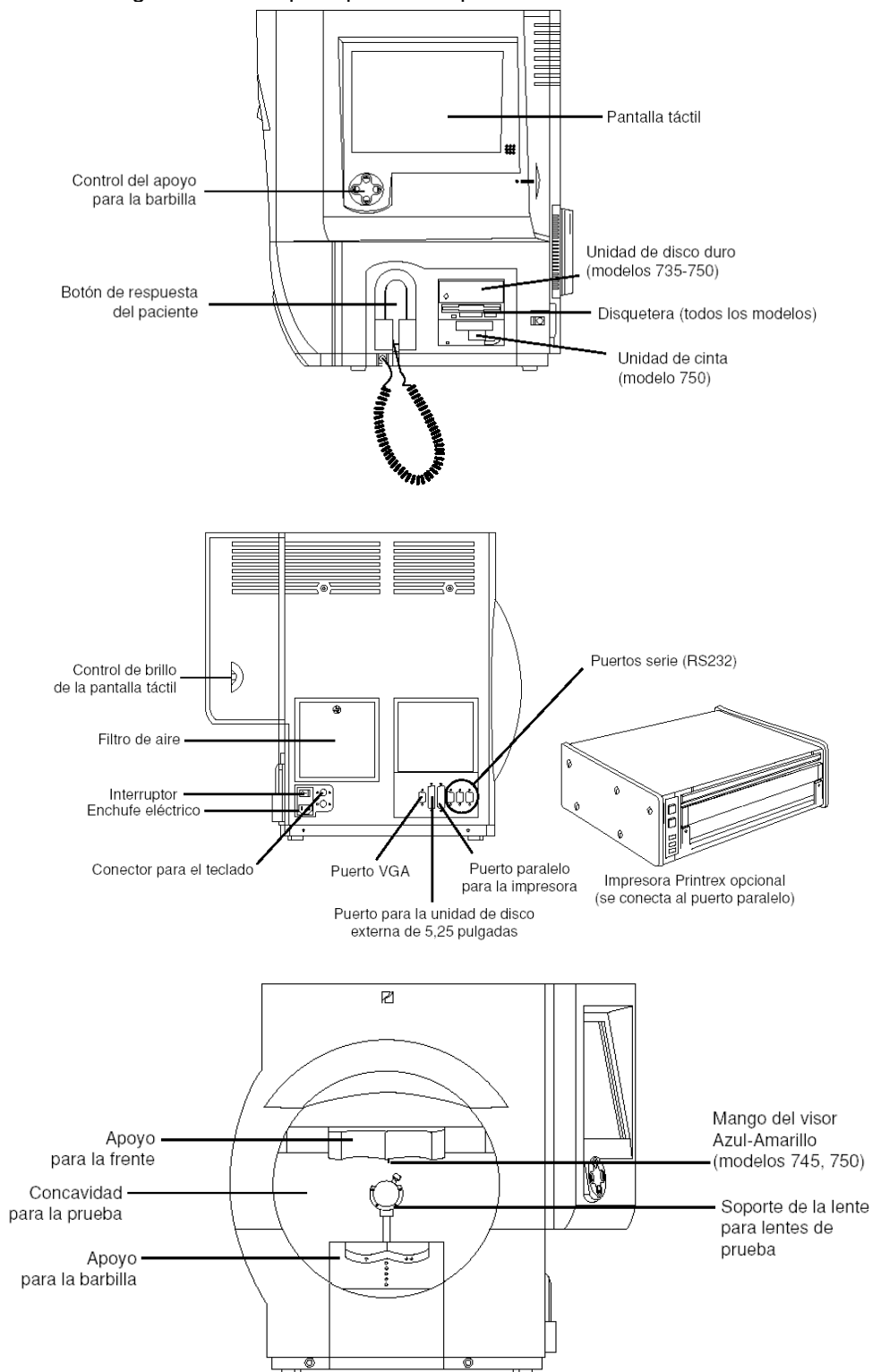


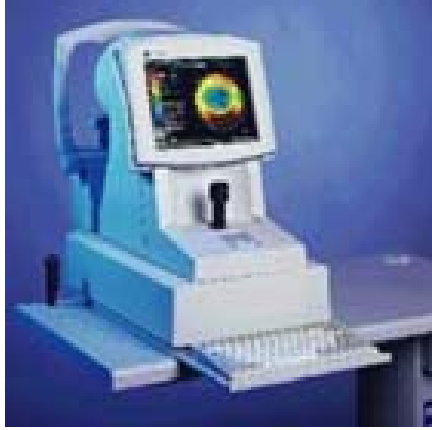
Figura 10. A) Campímetro HFA II, B) FDT



Topografía Corneal Computarizada: Es el estudio de la superficie corneal (mapeo de las diferencias de curvatura) que se utiliza para el estudio de las irregularidades corneales, cicatrices, queratocono y prequirúrgicos de cirugía refractiva Ver figura 11. El equipo que realiza este examen esta contituido por las siguientes partes:

- Un cabezal óptico que permite mediante una cámara tomar las imágenes de la cornea.
- Una computadora que almacena y procesa las imágenes capturadas mediante la cámara.
- Monitor de video que permite la visualización de las topografías de la cornea.
- Periféricos, como impresora y sistemas externos de almacenamiento.

Figura 11. Topógrafos corneales.



- **Tomografías Retinal:** El principio básico de este equipo de ultima generación para obtener imágenes de la retina utilizando los avances de la tecnología de diodos semiconductores, para medir la retina, desde el vítreo hasta la coroide consiste en la emisión de un rayo de luz que se lanza simultáneamente al ojo y un espejo reflectivo, la luz penetra en los tejidos de la retina y se refleja de vuelta. La luz que se retorna se compara a la referencia (que viene del espejo) y permite que el computador reconstruya el tejido de la retina. Figura 12.

Figura 12. Tomógrafo retiniano de coherencia óptica

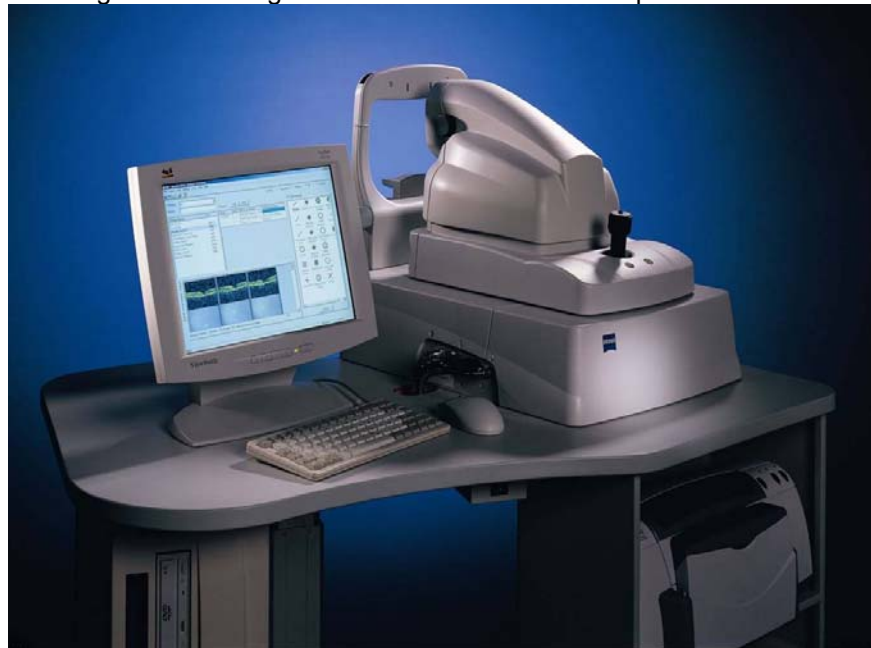
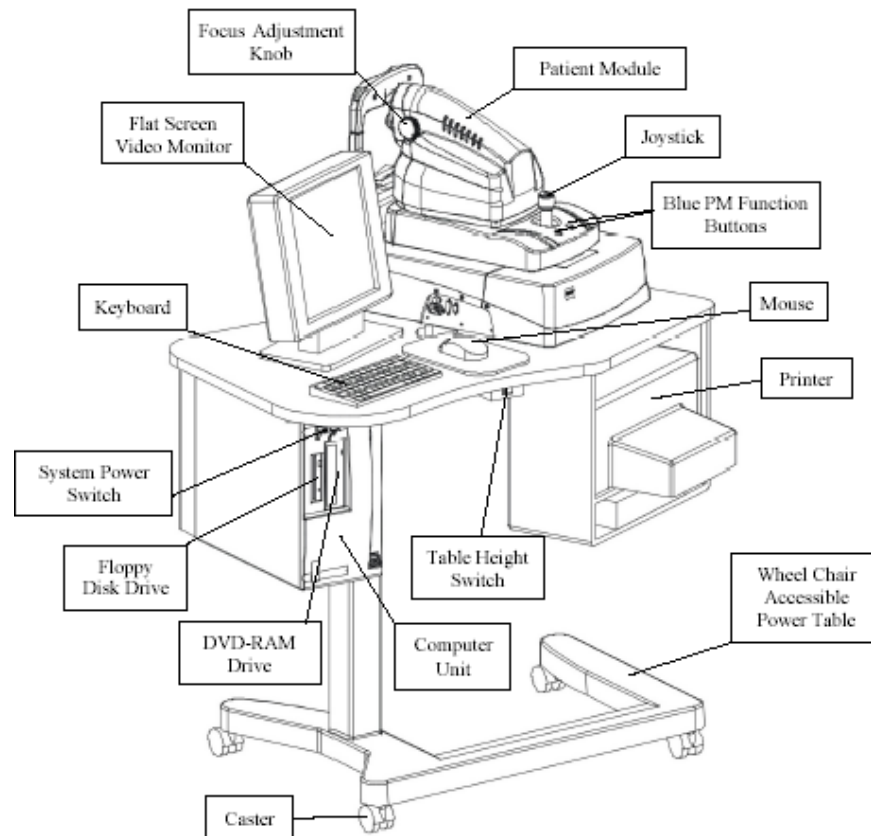


Figura 13. Componentes del sistema Tomógrafo retiniano de coherencia óptica.



El hardware de este equipo se compone del modulo de paciente, la computadora, monitor de pantalla plana teclado, mouse e impresora.

El equipo se instala en una mesa motorizada accesible desde una silla de ruedas, la mesa ésta dotada de un mecanismo de ajuste de elevación que permite adaptarla a la altura de cada paciente, en la figura 13 se puede ver los componentes de este sistema.

El Tomógrafo Retiniano de Coherencia Óptica, proporciona información de diagnóstico ocular nunca antes disponible. Con este equipo, los especialistas pueden diagnosticar, tratar y manejar enfermedades vítreo retinianas y el glaucoma gracias a imágenes detalladas y cuantificables de las estructuras subretinianas. Este método de no-contacto y no-invasivo para obtener imágenes en sección de la retina representa un enorme avance en el diagnóstico y manejo de las condiciones de la retina. Revela estructuras subretinianas no directamente observables de ninguna otra manera, permite comparaciones lado a lado de secciones, imágenes de fondo de ojo libre de rojo, y datos numéricos.

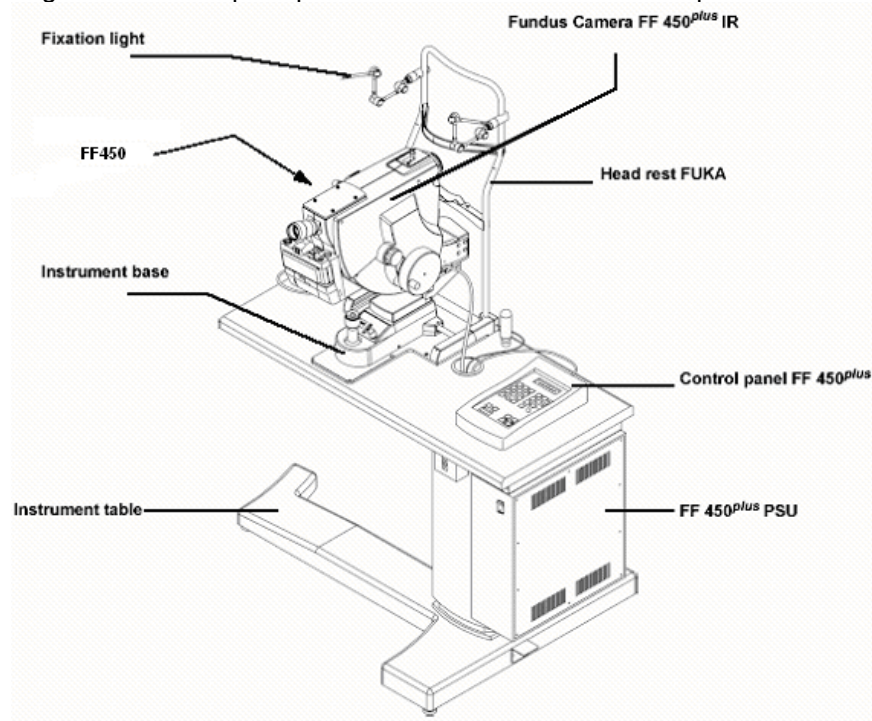
- **Angiografías:** Es la toma de imágenes fotográficas del fondo del ojo mientras se inyecta un colorante (fluoresceína) en una vena del antebrazo, registrando el pasaje del colorante a través de la circulación coroidea y retinal mediante un filtro especial. Un valor anormal de una angiografía con fluoresceína puede detectar: Retinopatía diabética o de otro tipo de degeneración macular, Cáncer, Tumores, Problemas circulatorios, Inflamación o edema, Microaneurismas, y Papiledema (inflamación del disco óptico). Ver figura 14.

Figura 14. Cámara de angiografía.



La cámara de fondo ojo FF450 es un sistema compuesto por un modulo que realiza la captura de imágenes utilizando cámaras de video y fotografía y un modulo de procesamiento de imágenes en donde se pueden ver con más detalle las imágenes, la utilidad de este sistema consiste ante todo en la visualización y disponibilidad inmediata de las imágenes previamente tomadas con la posibilidad de realizar medidas de las partes principales de la retina. En la figura 15 podemos ver las partes principales del sistema FF450 con Visupac.

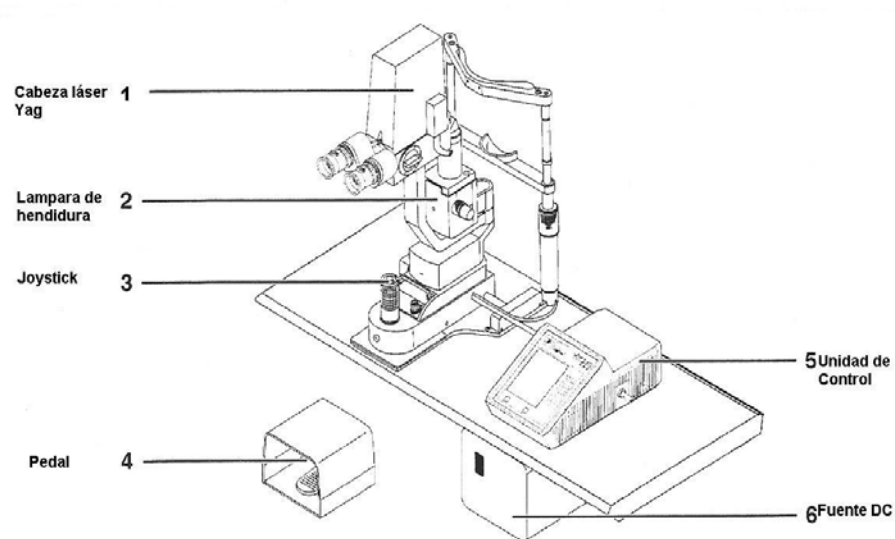
Figura 15. Partes principales del sistema FF450 con Visupac.



1.3.3 Equipos Para Tratamientos En Consultorio

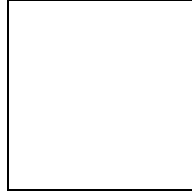
- **Láser Yag**: Es un láser con una longitud de onda de 1064 nanómetros y una energía de 50 mJ, con un láser de luz guía de 660 nanómetros y una energía máxima de 150 micro Watios, las partes que componen el equipo se ven en la figura 16.

Figura 16. Partes principales del sistema Laser YAG II.



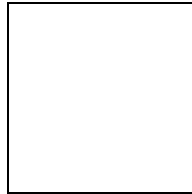
Es un láser que produce un efecto disruptor en los tejidos, permitiendo la realización de cortes en estructuras endoculares, usándose preferentemente para tratar las opacificaciones capsulares en pacientes operados de cataratas y la realización de iridotomías periféricas en glaucomas agudos. Ver figura 17.

Figura 17. Láser YAG.



- **Láser para fotocoagulación:** Es un láser con una radiación con la longitud de onda de 532nm, que se absorbe fuertemente por el tejido, la energía térmica que se produce en ese proceso provoca una coagulación de la proteína del tejido, la que puede utilizarse para fines medicinales.

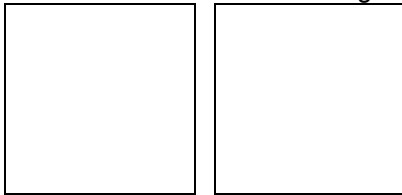
Figura 18. Conducción del rayo láser a través de la lámpara de hendidura.



En la figura 18 se observa la conducción del rayo láser a través de la lámpara de hendidura para tratamiento en ojos de pacientes.

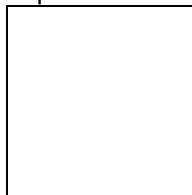
Es un láser que emite un haz de luz verde, que produce un efecto térmico en los tejidos pigmentados, se utiliza para tratar lesiones en la retina (membranas neovasculares en la degeneración macular) o para eliminar porciones enfermas de la retina que pueden estar afectando la retina sana (retinopatía diabética u oclusión venosa). Ver figura 19.

Figura 19. Láser fotocuagulación.



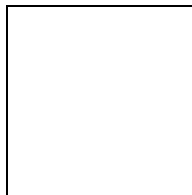
- **Láser PDT:** Es un sistema láser con una longitud de onda de 690 nanómetros y el Visulink PDT provistos para el uso en la terapia con VISUDYNE como fuentes de radiación para la foto activación de VISUDYNE con fines de tratamiento de la degeneración de la mácula debido a la edad en pacientes que presentan una neovascularización coroidal. En la figura 20. se muestran las partes que componen el equipo.

Figura 20. Partes principales del sistema "PDT"



La degeneración macular relacionada con la edad (DMA) es la principal causa de ceguera en gente de edades superiores a los 65 años. Los métodos de tratamiento convencional como la foto-coagulación láser son limitados ya que, en adición al efecto terapéutico, también los fotorreceptores quedan destruidos resultando en una pérdida de la visión central. La Terapia Foto-dinámica (TFD) es un concepto de terapia que hace uso de efectos fotoquímicos inducidos por radiación láser. En un proceso de dos pasos, primero, un fotosensibilizador es inyectado por vía intravenosa y se acumula en el tejido patológico de la macula. La radiación láser con una luz de una longitud de onda particular activa al fotosensibilizador. Como la irradiación láser es no térmica, el tejido adyacente no es lastimado. Ver figura 21.

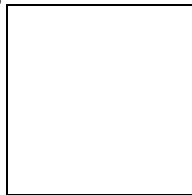
Figura 21. Láser fotodinamia “PDT”.



1.3.4 Equipos Del Área Quirúrgica

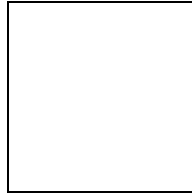
- **Facoemulsificador.** Se divide en varios módulos, pero los más importantes son dos; el de fluidos comprendido por la irrigación y la aspiración, y el de ultrasonido Figura 22. Ambos interactúan continuamente, ya que la irrigación mantiene la cámara y atrae el cristalino hacia la punta, y la aspiración provoca el vacío para sostener el cristalino.

Figura 22. Diagrama de bloques del sistema Facoemulsificador.



- **Ultrasonido:** El término se aplica a un campo relativamente nuevo de la ingeniería en el que se usa energía acústica de alta frecuencia para obtener el mejoramiento final de un producto o proceso, las frecuencias están por encima del rango audible del oído humano.
- **Transductor:** A finales de los 80, los fabricantes de facoemulsificadores optaban por dos clases: los magnetostrictivos y los electrostrictivos, comúnmente llamados piezoeléctricos, los cuales tienen cristales que se expanden y se contraen alternadamente (vibran) en un campo eléctrico variable. En la figura 23. se muestran las partes de un facoemulsificador.

Figura 23. Partes principales del sistema Facoemulsificador.

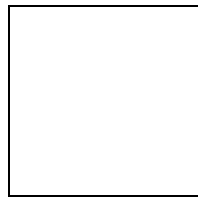
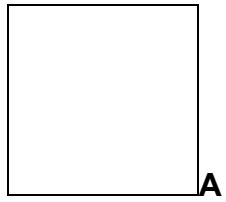


La catarata se produce cuando el cristalino (lente del ojo) se nubla y causa pérdida de visión. La catarata relacionada con la edad es el tipo más común, ya que más de la mitad de las personas de 65 años o más tiene cataratas. El cristalino está compuesto en su mayor parte por agua y proteína, y está distribuida de tal forma que permite el paso de la luz hacia la retina. A veces la proteína se amontona y puede opacar una porción pequeña del cristalino haciendo que sólo parte de la luz llegue a la retina dificultando la visión, esto es lo que constituye una catarata. El Método para operar las cataratas es hacer una incisión pequeña en el borde de la córnea, la superficie transparente en forma de cúpula que recubre la parte de adelante del ojo, y mediante el **facoemulsificador** introducir una sonda especial que emite ondas ultrasónicas que ablandan y destruyen la parte opaca del centro del cristalino que luego se aspira. En la actualidad, casi todas las operaciones de cataratas utilizan este método.

En la mayoría de las operaciones de cataratas, el cristalino es reemplazado por una lente intraocular artificial transparente que pasa a formar parte del ojo y no requiere ningún cuidado en particular. Con la lente intraocular, se tendrá una mejor visión porque la luz podrá pasar hacia la retina. Ver figura 24A.

- **Vitreofago:** Equipo que permite la aspiración y el reemplazo del humor vítreo (gel que rellena la cámara posterior del ojo) por fluidos sustitutos, en los casos en que se encuentre opacificado por hemorragias, cuadros inflamatorios, o en desprendimientos de retina, este procedimiento es llamado vitrectomía. Ver figura 24B.

Figura 24. A) Facoemulsificador, b) Vitreofago.



B

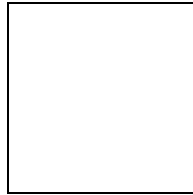
- **Microscopio:** Instrumento utilizado en salas de cirugía, el cual esta compuesto básicamente por un cuerpo de microscopio figura 25 y un estativo, el microscopio completa se puede ver en la figura 26.

Figura 25. Partes principales del cuerpo de microscopio.



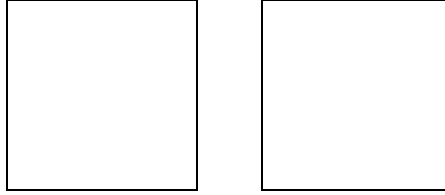
1. Llevar el acoplamiento XY, el enfoque y el zoom a la posición inicial.
2. Ajustar la inclinación vertical.
3. Regular la distancia interpupilar.
4. Ajustar las anteojoeras.
5. Regular las dioptrías
6. Indicación del factor de aumento del sistema zoom.
7. Ajustar la iluminación del fulgor rojo.
8. Liberar los frenos magnéticos del estativo.
9. Cambiar el aumento del microscopio del cirujano asistente.
10. Enfocar el microscopio del cirujano asistente.
11. Regular la iluminación.
12. Indicación del margen de enfoque.
13. Bloquear el microscopio (verticalmente).
14. Ajustar los diafragmas.
15. Conectar el conductor de fibras.
16. Bloquea el microscopio (horizontalmente).

Figura 26. Partes principales del sistema estativo.



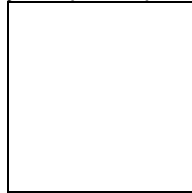
El microscopio es un instrumento óptico que se emplea para aumentar o ampliar las imágenes de objetos y organismos no visibles a simple vista. Ver figura 27.

Figura 27. Microscopio quirúrgico.



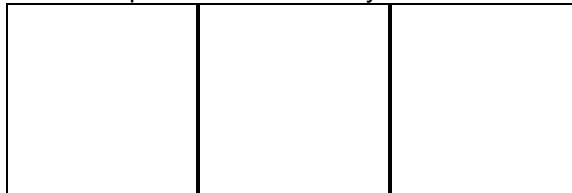
- **Mesas y Lámparas:** lámparas para ofrecer a los cirujanos, en caso de necesidad, iluminación adicional del campo quirúrgico. La mesa de operaciones para ubicar a los pacientes. Ver figura 28.

Figura 28. Mesas y lámparas para cirugía.



- **Maquinas de anestesia y Monitores:** Los aparatos de anestesia son equipos de precisión con detalles de mecánica, ingeniería y electrónica para poder asegurar una cantidad exacta de un gas que sea previsible para la seguridad del paciente. Los equipos de anestesia constan de cuatro características importantes: una fuente de O_2 y una forma de eliminación de CO_2 , una fuente de líquidos o gases anestésicos, y un sistema de inhalación para lo que requieren cilindros y sus yugos, válvulas de ajuste, flujómetros, medidores de presión y sistema de inhalación para administrar la mezcla anestésica a las vías respiratorias del paciente. Ver figura 29.

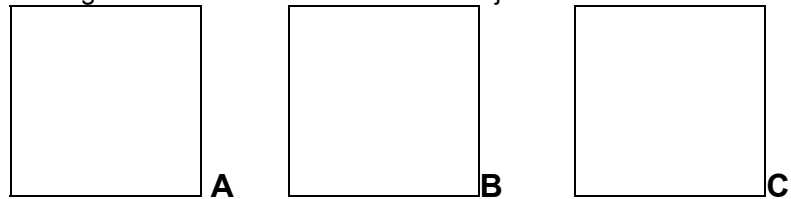
Figura 29. Maquinas de anestesia y monitores.



1.3.5 Equipos Para Cirugía Refractiva

La Cirugía Refractiva es la destinada a corregir las ametropías (miopía, astigmatismo e hipermetropía). Puede ser Insicional: Es la realización de cortes en la córnea con el fin de curvar o aplanar la superficie de la misma; Excimer láser: modifica la curvatura de la córnea, tallándola directamente con láser; Endocular: mediante el implante de lentes intraoculares con o sin extracción del cristalino.

Figura 30. Defectos refractivos del ojo humano



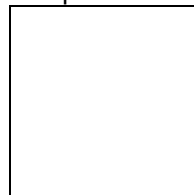
Miopía: es el defecto de refracción caracterizado por una mala visión de lejos y una aceptable visión a corta distancia. Esto se debe a que la imagen se proyecta por delante de la retina al ser el ojo de mayor tamaño que el norma figura 30A.

Hipermetropía es el defecto de refracción por el cual el paciente ve bien de lejos pero tiene dificultades para la visión cercana. Su corrección puede efectuarse con gafas y con lentes de contacto. La cirugía de la hipermetropía se realiza con el láser excímer practicando un anillo periférico que respete la zona central de la córnea figura 30B.

Astigmatismo es un defecto de refracción debido a que los dos ejes de la córnea son de distinto tamaño, uno más curvo y otro más plano. Esto significa que la imagen que llega a la retina se encuentra desenfocada. En el astigmatismo hipermetrópico un eje se enfoca en la retina y el otro por detrás de ella. Cuando uno de los dos ejes se proyecta por delante de la retina nos encontramos ante un astigmatismo miópico figura 30C.

El Excímer Láser está controlado por una computadora, permitiendo el corte preciso de la córnea. El láser Excímer emite un destello de luz ultravioleta, no termal (fría), e invisible, cuya precisión es tal que puede remover una fracción de treinta y nueve partes de millón de una pulgada de tejido en una fracción de 12 billones de segundo, en la figura 31 se puede ver el diagrama de bloques de un Excímer láser.

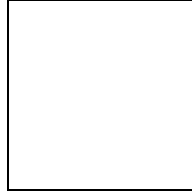
Figura 31. Diagrama de bloques de un excimer láser



Este equipo posee adicionalmente un sistema con tres diferentes láser, uno guía (aiming Beam) que es el punto donde va a pegar el Excímer láser, un láser de color verde que nos permite determinar el sistema de enfoque y un láser de color rojo que determina si el paciente tiene la mirada fija, estos láser llegan al

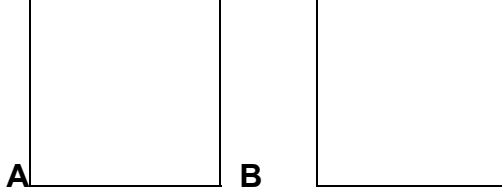
microscopio de forma coaxial ayudados por el sistema de ópticas (espejos lentes etc.) tal como se ve en la figura 32.

Figura 32. Sistema de ópticas de un Excimer láser.



La cirugía LÁSIK envuelve el uso de este láser y un microqueratomo (un instrumento quirúrgico). Con estos instrumentos, el cirujano corta un colgajo en el centro de la córnea para remover una capa delgada de tejido. Al remover el tejido, la córnea se aplasta, reduciendo la miopía. El colgajo, que es reemplazado sin utilizar puntadas, se adhiere a la parte de atrás de la córnea en cuestión de minutos. Ver figura 33.

Figura 33. A) Excimer láser, b) Plataforma diagnóstico excimer (Topógrafo, Aberrómetro).



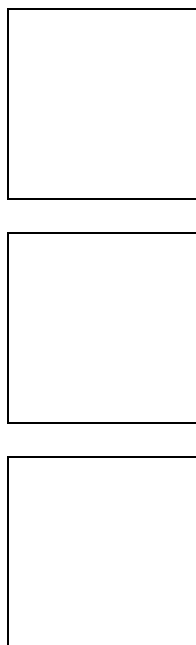
1.3.6 Equipos Sala De Esterilización

Comprende todos los procedimientos físicos, mecánicos y preferentemente químicos, que se emplean para destruir gérmenes patógenos. A través de esta, los materiales quirúrgicos y la piel del enfermo alcanzan un estado de desinfección que evita la contaminación operatoria. Ver figura 34.

- **CARACTERÍSTICAS**

- Mueble exterior y encimera en acero inoxidable. AISI 304.
- Elementos calefactores en acero inoxidable. especial INCOLOY de gran duración, resistente a la corrosión y a la alta temperatura.
- Depósito, tapa y cierre en acero inoxidable. AISI 316.
- Sistema de secado y purgado automático por vacío.
- Evacuación automática del aire al inicio del ciclo de esterilización.
- Depósito de agua destilada para alimentar caldera.
- Filtro exterior de vaciado.

Figura 34. Esterilizadores.



La perfecta esterilización implica que en el interior de la cámara, haya solamente vapor saturado. Para garantizar esta condición es necesaria la total ausencia de aire. Esta situación es más significativa al utilizar materiales porosos como tejidos, gasas, paquetes, etc. Para cumplir con este requisito los autoclaves están dotados de un sistema de vacío fraccionado para el purgado inicial del aire.

- **FUNCIONES DEL MICROPROCESADOR** El microprocesador controla la realización del proceso de esterilización y secado ejecutando las ordenes preseleccionadas por el operador, regulando los siguientes parámetros:
 - Temperatura de esterilización desde 105 °C hasta 134 °C (de 0,2 a 2 bar).
 - Tiempo de esterilización desde 1' hasta 99'.
 - Tiempo de secado desde 1' hasta 60'.
 - Tres modalidades de funcionamiento:
 - Líquidos.
 - Sólidos.
 - Sólidos más secado.

El microprocesador, además, verifica en todo momento los siguientes parámetros:

- Que la tapa esté bien cerrada.
- Funcionamiento correcto de la sonda de temperatura.
- Que la temperatura y el tiempo de purga no exceda de sus límites.
- Que la temperatura de esterilización no difiera en dos o más grados de la seleccionada.

Cualquier fallo de estos parámetros se traduce en una señal visible en el panel de mandos y en aviso acústico, desconectando automáticamente el grupo calefactor.

A fin de poder garantizar que se cumplen los parámetros de tiempo y temperatura en cualquier circunstancia, los autoclaves disponen de un conector para poder instalar una sonda de temperatura ya sea en el interior de un frasco de cultivos, paquetes de residuos, etc. y de esta forma conseguir que el tiempo de permanencia a una temperatura sea realmente el programado.

Al conectar la sonda externa el controlador la reconoce automáticamente y aparece en la pantalla y en el registrador los valores detectados por la sonda.

- **SEGURIDAD**

- Dispositivo que impide la apertura de la tapa mientras la cámara se encuentra bajo presión.
- Válvula de seguridad. Previene que la presión sobrepase el límite máximo.
- Presostato de seguridad. Desconecta los calefactores en caso de sobrepasar el límite de presión.
- Termostato de seguridad. De sobre-temperatura o falta de agua en el depósito.
- Detector de tapa bien cerrada. Señala la posición correcta por medio de un indicador visual.
- Envoltente de protección térmica de la tapa.

- **ACCESORIOS**

- Cestillos
- Impresora térmica
- Sonda de Pt 100
- Software e interfaz para Data-Logger
- Data-Logger para temperatura
- Cestillo en plancha perforada
- Cestillo en plancha perforada.
- Bastidores para cestillos
- Detergente "BIO-SEL

2. RECURSOS DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO

El área de mantenimiento puede ser dependiente de la coordinación administrativa y debe dotársele de un grado de autonomía tal que le permita responder de forma eficiente y eficaz con las funciones y tareas que se le encomienden. Esta área debe involucrar en sus funciones un marco de desarrollo de calidad, oportunidad, efectividad, productividad y debe basarse en las siguientes premisas:

- Asignar los recursos económicos, humanos y tecnológicos que sean necesarios.
- Disponer de la infraestructura física, materiales, herramientas, etc.
- Disponerse del personal adecuado, a nivel profesional, técnico, administrativo y auxiliar para cumplir con las actividades propias del servicio. Su nivel y capacitación deben ser acordes con los requerimientos de la institución.
- Los recursos deberán destinarse exclusivamente al cumplimiento de su función básica y al logro de los objetivos y metas fijados en el reglamento interno y el manual de organización, normas y procedimientos
- Planear los servicios técnicos de mantenimiento tomando en consideración la información estadística pertinente, la evaluación analítica de la gestión de mantenimiento y las actividades realizadas en el campo. Presentar anualmente para consideración de la gerencia, los planes y programas a llevar a cabo durante la vigencia inmediatamente posterior, para la utilización de los recursos económicos asignados (5% del presupuesto total del hospital. Decreto No. 1769 del 3 de agosto de 1994).
- El cuerpo directivo establecerá las líneas de autoridad y asignará responsabilidades a la solución de problemas técnicos, económicos y de personal en los cuales el jefe de mantenimiento debe intervenir y que por razones de su cotidianeidad no requiera la autorización de la gerencia.
- La gerencia junto con el jefe de mantenimiento deberá realizar evaluaciones periódicas para constatar el desempeño de la función de mantenimiento y sus resultados con el propósito de detectar posibles fallas y corregir oportunamente las deficiencias encontradas.

Para asegurar un control adecuado sobre el servicio de mantenimiento y el cumplimiento de las metas y objetivos se deberán mantener los siguientes registros:

- Inventario físico de la infraestructura, la dotación y el equipo Biomédico.
- Diagrama de mantenimiento preventivo con la programación periódica de actividades.
- Control de costos de mantenimiento que inciden en el presupuesto asignado por la institución para el cumplimiento de la gestión de mantenimiento.
- Control mensual de costos del suministro y operación de los servicios básicos de ingeniería requeridos como: Consumo de agua potable, Consumo de energía, Consumo de combustibles y lubricantes, Consumo telefónico, Consumo de gases medicinales etc.
- Control técnico-administrativo diario de: Ordenes de trabajo, Solicitudes de servicio, Requisición de materiales y repuestos, Ingresos y egresos del almacén técnico, Control sobre ejecución de contratos de mantenimiento y reparación de equipos etc.
- Otros relacionados con actividades de tipo administrativo como: Novedades de personal, Programación de turnos de trabajo, Programación de vacaciones etc.

2.1 CLASIFICACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS

Para un óptimo aprovechamiento de la gestión de mantenimiento es imprescindible saber con que se cuenta y para ello es necesario tener claro el inventario de equipos e instalaciones. Es responsabilidad del departamento de mantenimiento tener un inventario centralizado de todo el equipamiento. La clasificación de los equipos tiene diversas formas de realizarse como a continuación se detalla.

2.1.1 Clasificación Según Su Uso

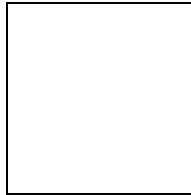
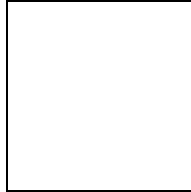
- **Vehículos:** Son aquellos vehículos utilizados para prestar servicios a la institución, ya sea en transporte de pacientes o de personal, estos son (Ambulancias, camionetas, camiones, camperos, etc.).
- **Equipos de Apoyo:** Son los que no tiene relación alguna con los pacientes y se encuentran en la administración en su mayoría (teléfonos, fotocopadoras, muebles, computadores, radios, fax, conmutadores etc.).
- **Equipo Básico:** No tiene relación directa con los pacientes son vitales para el funcionamiento de la institución y el desarrollo de los procedimientos (calderas, gases medicinales, redes eléctricas, hidráulicas, sanitarias, maquinas de lavandería, esterilizadores, etc.).
- **Equipo Biomédico:** La categorización por prioridades en equipo biomédico puede variar según el uso. Las categorías son:

- **Categoría 1 (Alto Riesgo):** Aquellos equipos biomédicos y dispositivos que se consideran como soporte de vida y cuyas fallas están asociadas con los accidentes potencialmente serios o severos al paciente.
- **Categoría 2:** Aquellos equipos biomédicos y dispositivos que:
 - Requieren de inspecciones y mantenimiento preventivo (calibraciones periódicas) o que sus fallas no inducen a accidentes serios.
 - Su falla va a afectar seriamente la provisión de servicios a los pacientes si no hay un reemplazo disponible (equipos e instrumentos de diagnostico).
- **Categoría 3:** Aquellos equipos biomédicos y dispositivos que no son tendientes a fallas y que al suceder estas no generan accidentes serios al paciente o al usuario.

2.1.2 Clasificación Según Su Tecnología

- **Equipos mecánicos:** Equipos que su funcionamiento se basa por piezas que interactúan mecánicamente (mesa cirugía, planta de emergencia, etc.).
- **Equipos electromecánicos:** Equipos que su desarrollo tecnológico es la combinación de elementos eléctricos, mecánicos, que interactúan entre si. (autoclaves, calderas, lavadoras, centrífugas, aire acondicionado, etc.).
- **Equipos eléctricos:** Son aquellos que su desarrollo tecnológico y para su funcionamiento, se basan en la aplicación de los principios eléctricos. (Calentadores, estufas, hornos, etc.).
- **Equipos energía Solar:** Aquellos que convierten la energía solar, en energía eléctrica o térmica mediante arreglos tecnológicos asociados. (Sistemas de calentamiento de agua, destiladores de agua, fuentes de alimentación para otros equipos, etc.)
- **Equipos ópticos:** Son aquellos que con elementos que interactúan con la luz forman imágenes, o permiten la transmisión de la luz en diferentes espectros. (laparoscopia, gastroscopio, Microscopios, láser, lámparas de hendidura, Equipos de diagnostico, etc.).

Figura 35. Inventario De Equipos Biomédicos



La clasificación de equipos que tiene incorporadas varias tecnologías, se tiene en cuenta cual de estas predomina más del 60% o cual realiza la función más importante en el equipo.

En la figura 35 puede observarse el inventario estándar para un Centro Integral de Oftalmología.

2.1.3 Codificación De Equipos

El objetivo es de poder identificar espacios y/o equipos consiguiendo optimizar la búsqueda de información cuando se requiera. Esto con el fin de tener estandarizado el manejo óptimo para consultar datos y tener un mantenimiento continuo con una propuesta técnica y eficiente.

- **Espacios y ambientes:** Es la forma de ubicar espacialmente los equipos con la metodología de identificar los espacios en los que esta conformado la institución, referenciado el edificio, piso, sección, sede, dirección, subdirección, servicio, unidad y ambiente.
- **Equipos:** La gran cantidad de equipamiento médico hace que se identifiquen a través de un código que diferencie a cada uno.

Tabla 1. Código De Equipos.

PRIORIDAD	RANGOS
Equipo Medico	Cero Cuatro a
Equipo Básico	Cinco Ocho a
Vehículos	Nueve

- **Estructura del código de equipos**

- Se asigna un consecutivo de cinco caracteres (código base). El primer carácter identifica los equipos según su uso (médicos, básicos o vehículos). Ver Tabla 1.
- Seguidamente se asignaron tres caracteres (Código Auxiliar 1) que identifican cada equipo dentro de su propia familia.

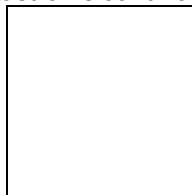
- Luego se dispone de cuatro caracteres adicionales (Código Auxiliar 2) que identifica el equipo dentro de la institución. Ver Tabla 2.

Tabla 2. Código de equipo en la institución.

CÓDIGO BASE	CÓDIGO AUXILIAR 1	CÓDIGO AUXILIAR 2
0000	000	000
Identifica familia del equipo.	la Identifica el tipo dentro de la propia familia	Identifica el equipo dentro de la instalación (consecutivo).

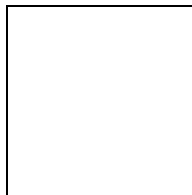
- **Etiquetas:** Facilitan la identificación de los espacios y equipos.
 - **Etiquetas de identificación espacios:** Esta contiene la codificación de espacios y se ubica en la parte superior izquierda del acceso a cada uno. Ver Figura 36.

Figura 36. Catastro físico funcional.



- **Etiqueta identificación de equipos:** El número que aparece en esta etiqueta, es el número de identificación propia del equipo. Ver Figura 37.

Figura 37. Etiqueta de consecutivo del equipo.



2.2 EVALUACIÓN TECNOLÓGICA

“La innovación y la reconversión tecnológica son factores competitivos importantes para que una empresa tenga éxito en el mercado”¹. Económica, comercial y tecnológicamente los países latinoamericanos son dependientes de los países desarrollados; esto afecta trascendentalmente su desarrollo y marca la senda de su evolución científica e industrial. Aunque la tecnología no es el único factor determinante del desarrollo económico, su importancia ha ido a tal punto que un mal uso, compra o sustituto de equipos retrasa notablemente los procesos productivos.

2.2.1 Vigencia Técnica

Es claro que la tecnología del equipo biomédico en general evoluciona aceleradamente en el transcurso del tiempo. La tecnología biomédica es actualmente una de las piezas claves de los sistemas de salud, teniendo implicaciones importantes en el costo y la calidad de los servicios.

Como vigencia técnica se entiende el estado en el cual un equipo biomédico presta el servicio requerido con todas características de funcionamiento y un servicio post-venta vigente (suministro de repuestos y accesorios, consumibles, etc.).

Teniendo en cuenta la importancia de los diferentes mecanismos de regulación de la tecnología biomédica y conociendo los alcances y limitaciones de la reglamentación colombiana, es de interés para las organizaciones de salud conocer los desarrollos recientes que se han dado en materia de evaluación de tecnología biomédica para asegurar su uso apropiado y la calidad de los servicios, haciendo énfasis en los aspectos claves para las instituciones prestadoras de los servicios de salud (IPS).

En los países en vía de desarrollo, la evaluación de la tecnología biomédica debe ser el producto de una adaptación y debe convertirse en una actividad orientada a la solución de problemas y no tanto hacia la tecnología en sí.

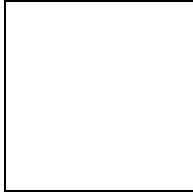
2.2.2 Procesos De Depreciación

Mediante los procesos de depreciación se llevará un registro numérico para los diferentes equipos, que facilite mediante un sistema contable distribuir el valor

¹ PRADILLA, Humberto. Innovación y Reconversión tecnológica. Bogotá: Universidad Industrial del Santander, 2000.

básico de cada uno sobre la vida útil que se le estime, descontándole el valor de salvamento que pueda tener al final. Ver figura 38.

Figura 38. Depreciación.



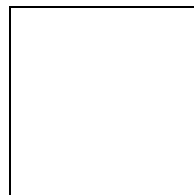
Los activos depreciables son bienes tangibles que se encuentran registrados contablemente y cumplen con las siguientes características:

- De propiedad de la institución.
- Adquiridos a cualquier título para usarlos en la prestación de servicios.
- No están destinados para la venta.

La vida útil corresponde al lapso durante el cual se espera que un activo depreciable pueda ser usado por la institución en la prestación de servicios, no obstante es necesario considerar características o circunstancias tales como, especificaciones de fábrica, deterioro por uso, acciones de factores naturales, obsolescencia por avance tecnológico, etc.

En todos los casos, la vida útil de un activo depreciable debe definirse por parte de la institución, en relación con el servicio esperado del activo.

En circunstancias normales se considera como vida útil para equipos biomédicos y científicos de diez (10) años, mientras que para las edificaciones de cincuenta (50) años. En Colombia el método más usado es el de línea recta y se aplica cuando el activo es utilizado de manera regular y uniforme en cada periodo y su cálculo resulta de la siguiente formulación:



Los procesos de depreciación nos permitirán hacer un análisis en el desarrollo de su vida útil en referencia a la justificación de invertir o no en el mismo y tener un criterio claro para saber en qué momento el equipo se encuentra en estado de obsolescencia.

2.2.3 Diagnóstico De Obsolescencia

Es conveniente elaborar un formato con su respectivo aclarativo, en el cual se evalúe la vida útil y la vigencia técnica de los equipos de la institución.

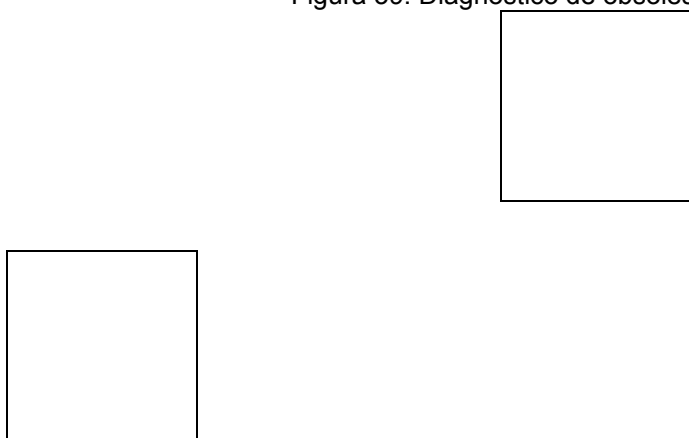
Lo anterior significa que no solo se catalogará a un equipo específico de obsoleto por su tiempo de utilización, sino que además se tendrá en cuenta si el equipo en mención cuenta con el adecuado servicio post-venta (representación, repuestos, etc.) y el nivel de riesgo para el paciente. Ver figura 39.

2.3 RENOVACIÓN TECNOLÓGICA

Siempre las causas de falla se asignan a problemas de mantenimiento, sin embargo se olvida generalmente que una mala selección, diseño e instalación, contribuyen a daños en los equipos.

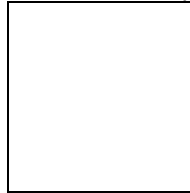
Uno de los momentos más críticos en las diversas actividades del área de Mantenimiento es la adquisición de nuevas tecnologías; se puede llegar a caer en errores en éste tipo de actividades puesto que para la escogencia de un determinado equipo biomédico es importante verificar ciertos parámetros como son: costo del equipo, servicio post-venta, representación, etc.

Figura 39. Diagnostico de obsolescencia.



La primera actividad propia del mantenimiento es participar en la selección del equipo para garantizar que sea confiable y que además su conservación a futuro sea posible de planear por un tiempo considerable. Ver figura 40.

Figura 40. Preselección De Equipos.



También es importante tener en claro que los equipos se deben restituir, para ello se debe analizar los diferentes equipos biomédicos de la institución verificando parámetros como son: grado de obsolescencia, análisis costo-mantenimiento, productividad del equipo, etc.

2.3.1 Proposición De Alternativas

Se planteará un sistema adecuado para evaluar los diferentes factores que inciden en la adquisición de nuevas tecnologías, diseñando finalmente formatos adecuados para evaluación de propuestas y selección de equipos de la institución.

Todo proceso de compra de tecnología debe soportarse en documentos que reúnen la información de la compañía que proveerá los servicios, equipos, diseños o asesorías; además de las condiciones para la contratación y el flujo de información requerido por ambas partes. Ver figura 41.

2.3.2 Evaluación Financiera

Teniendo en cuenta el rubro presupuestal asignado para compra de equipo biomédico y habiendo evaluado de acuerdo a los diferentes formatos, se le dará prioridad a las adquisiciones de equipos de mayor impacto, escogiendo la opción económica más favorable, teniendo en cuenta el cumplimiento de los diferentes factores expuestos anteriormente (servicio postventa, representación, cumplimiento, etc.). Ver figura 42.

2.3.3 Toma De Decisiones.

Es cómodo decir que compete a la institución perfeccionar su sistema de control financiero, administrativo y tecnológico en las operaciones de transferencia y renovación de tecnología, pero cada participante en el proceso de desarrollo debe adquirir su compromiso en defensa de los intereses institucionales; mantenimiento como responsable de la eficiencia de la institución debe satisfacer las necesidades tecnológicas y velar por su justa y profesional evolución de manera que el paso

sea beneficioso, con un eficiente control y administración de proyectos manejando y participando en etapas tales como:

- Estudio de factibilidades técnicas y económicas.
- Búsqueda y selección de la tecnología más apropiada.
- Diseño de áreas y selección de equipos
- Montaje de equipos.

Figura 41. Comparación de características técnicas.

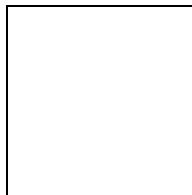
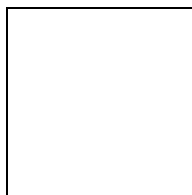
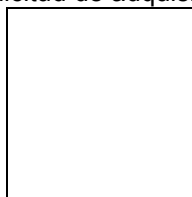


Figura 42. Solicitud de adquisición



- Puesta en marcha de los equipos
- Organización y administración de la productividad.
- Mejoras de la eficiencia del proceso
- Montaje del sistema de información y control.
- Capacitación de los responsables

Se pueden anticipar resultados positivos en el proceso de desarrollo tecnológico, si se manejan adecuadamente estos aspectos.

Mantenimiento debe abandonar el esquema de improvisación y adquirir su verdadera dimensión para localizar la tecnología que necesita la organización y no ser inferior al reto de negociarla, asimilarla y adaptarla, logrando desarrollos que permitan innovar y producir recursos tecnológicos que impulsen el desarrollo económico, social y científico de la institución.

2.4 RECURSOS FÍSICOS Y HERRAMIENTAS PARA EL ÁREA DE MANTENIMIENTO

Las actividades de mantenimiento requieren de medios, como lugares de trabajo, herramientas y equipos de prueba apropiados para cada actividad.

2.4.1 Recursos Físicos

Se requiere de lugares o espacios físicos adecuados en tamaño e instalaciones, esta puede estar ubicada en un lugar donde exista un ambiente con bastante aireación y luz natural. Los espacios mínimos requeridos son:

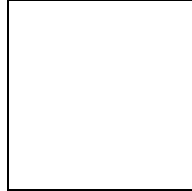
- **Taller de Electromedicina y Electrónica con un área de 12 metros cuadrados.**
- **Taller de Electromecánica con un área de 12 metros cuadrados.**
- **Oficina de Coordinación con área de 15 metros cuadrados:** será el lugar donde se tramitan todos los documentos y órdenes de trabajo, tanto internas como externas. También será el lugar en donde reposaran los archivos, documentos, catálogos y demás información de los equipos, planos arquitectónicos, etc.

2.4.2 Herramientas Para El Área De Mantenimiento

En el aspecto puramente técnico de las actividades desarrolladas en el servicio, es necesario dotarla de las herramientas e instrumentos apropiados en calidad y cantidad según la clase de trabajos desarrollados con personal propio. En la tabla 3 aparecen las herramientas mínimas requeridas para la dotación de los talleres de electromedicina, electrónica y electromecánica.

El criterio con la que se asignan las herramientas obedece a la frecuencia con que ocurren las fallas o interrupciones en las instalaciones o equipos. Se puede hacer un análisis con el tecnólogo o técnico para saber que herramienta usa frecuentemente. De acuerdo con el equipamiento y experiencia se clasifican en:

Tabla 3. Herramientas mínimas requeridas para los talleres de electromedicina, electrónica y electromecánica.



- Herramientas personales:

Asignadas al técnico para atender las labores de mantenimiento preventivo y reparaciones menores en instalaciones y equipamiento.

- Herramientas de taller:

Destinada para realizar trabajos especializados dentro de los laboratorios por sus características especiales.

2.5 REPUESTOS

Al departamento de mantenimiento siempre le interesara disponer de un nivel de stock elevado para cada repuesto, sin embargo estos son comprados por otras dependencias, las cuales se preocupan en conseguir unos stocks reducidos con el objetivo de tener unos almacenes pequeños.

2.5.1 Selección De Los Repuestos.

Podemos clasificar los repuestos en base a su función en el equipo:

- **Piezas Móviles.** Se encargan de transmitir los movimientos entre piezas. Por ejemplo: poleas, correas, rotores, etc.
- **Piezas De Regulación y Mando.** Control de procesos. Por ejemplo: válvulas, bielas, etc.
- **Piezas Sometidas A Desgaste.** Piezas que unen partes fijas y móviles, como rodamientos, relevos, cojinetes, etc.
- **Piezas de estructura.** Bastidores, estructuras, etc.
- **Piezas Electrónicas.** Circuitos impresos, fuentes de alimentación, fusibles y piezas de tipo fungible, etc.

2.5.2 Fijación De Los Stocks

Es evidente que los equipos críticos en la institución deberán ser reparados en el menor tiempo posible. El nivel de stock habrá que determinarlo teniendo en cuenta la importancia de cada equipo dentro de la cadena de servicio así como de la frecuencia a la que deben realizarse revisiones y del número de equipos iguales en la institución.

Podemos clasificar un equipo en tres grupos diferentes en función de la importancia en la cadena de servicio:

- **Equipos Críticos.** Requieren ser reparados en el menor tiempo posible. El tiempo máximo de reparación es de un día.
- **Equipos Importantes.** Pueden ser reparados en el plazo de una semana.
- **Equipos Poco Importantes.** Se trata de equipos que no se emplean directamente en el servicio. El tiempo de reparación puede ser superior a una semana.

Después de haber clasificado los equipos, conoceremos cual es el tiempo máximo de reparación para cada uno de ellos. En función de ese tiempo máximo de reparación podremos calcular cual ha de ser el stock mínimo de cada repuesto. Cuando el stock no pueda satisfacerse, o bien, cuando es muy crítico el equipo, será necesario disponer de un equipo duplicado o de las mismas características.

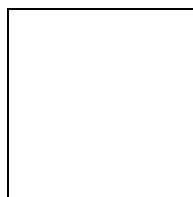
Por otra parte, también hay que considerar otros factores a la hora de reestablecer el stock mínimo de repuestos.

- Precio.
- Piezas reparables
- Condiciones de trabajo
- Tiempo de acceso a la pieza defectuosa.
- Stocks en proveedores
- Fabricación nacional
- Materiales especiales
- Tecnologías especiales.

2.5.3 Ficha De Repuestos

En la figura 43 se muestra una ficha de repuestos, para su respectivo control y relación con cada uno de los equipos.

Figura 43. Ficha de repuestos.



2.6 RECURSO HUMANO Y ORGANIZACIÓN DEL ÁREA

Teniendo pleno conocimiento de la cobertura y complejidad del mantenimiento, deberá procederse a desarrollar su correspondiente organización. En general su estructura deberá estar acorde con las necesidades, recursos disponibles y tipo de instalación física.

2.6.1 Estructuración Del Recurso Humano

Basándonos en las diferentes instituciones de este tipo, un Centro Oftalmológico integral debería estar organizado de la siguiente manera, para su área de mantenimiento:

- **Jefatura de mantenimiento**

La misión de la jefatura de mantenimiento debe ser velar por la operación segura, confiable, oportuna y eficiente de la infraestructura y la dotación de la institución, aplicando los más altos estándares de administración e ingeniería de mantenimiento.

- **Mantenimiento de la infraestructura**

En la mayoría de las instituciones la mejor opción para el mantenimiento de la infraestructura es la contratación con un proveedor de servicios externo que se encargue de ejecutar los programas con la supervisión de jefe de mantenimiento, en la figura 1 se observa la planta física de un Centro de Oftalmología integral típico.

Esta sección se subdivide en los siguientes grupos:

- **Mantenimiento de la edificación.**

Compuesto de personal técnico y auxiliares de obra civil externos encargados de ejecutar los programas de mantenimiento de la infraestructura física de la institución lo cual incluye: muros, cielorrasos, pisos, enchapes, pañetes, mesones en concreto, muebles fijos, puertas, ventanas, divisiones modulares, pintura general, pavimentos, impermeabilización, jardinería, cerrajería etc.

➤ Mantenimiento de las redes.

Compuesto por personal técnico interno y externo en diferentes áreas, encargados de ejecutar los programas de mantenimiento de:

- Redes eléctricas, telefónicas y comunicación en general, que abarca los artefactos de iluminación, tomacorrientes eléctricas y telefónicas, tableros de distribución con sus interruptores automáticos termo magnéticos, strips telefónicos y sus regletas, armarios de distribución con sus interruptores principales tipo industrial, acometidas parciales y conexiones a tierra etc.
- Red hidráulica y sanitaria que abarca el mantenimiento de tanques de almacenamiento, red de agua potable y red de incendio, cheques y válvulas de control, griferías para sanitarios, duchas, orinales, lavamanos, plateros, pocetas de aseo, llaves terminales y lavamanos quirúrgicos. Tuberías de aguas negras y aguas lluvia, cajas de inspección y cajas de recolección etc.
- Red de gases medicinales que abarca las tomas de salida para oxígeno, vacío, aire comprimido y óxido nitroso, cajas y válvulas de control, manómetros, tableros de alarmas, distribuidores principales etc.

- **Mantenimiento de la dotación de equipos**

Lo ideal sería que todo el mantenimiento se realizara dentro de las instalaciones, pero dado el grado de tecnificación y complejidad de algunos equipos resulta difícil pensar en que esto se pueda hacer realidad. Por este motivo se debe tener en cuenta que algunos trabajos deben ser realizados contratando mantenimiento externo compuesto por personal calificado en áreas específicas.

Esta sección se subdivide en los siguientes grupos:

➤ Mantenimiento de equipo biomédico.

Compuesto por técnicos en electromedicina internos y externos, encargados del registro de fichas técnicas, hojas de vida, ejecución de los planes de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos biomédicos en sus tres categorías:

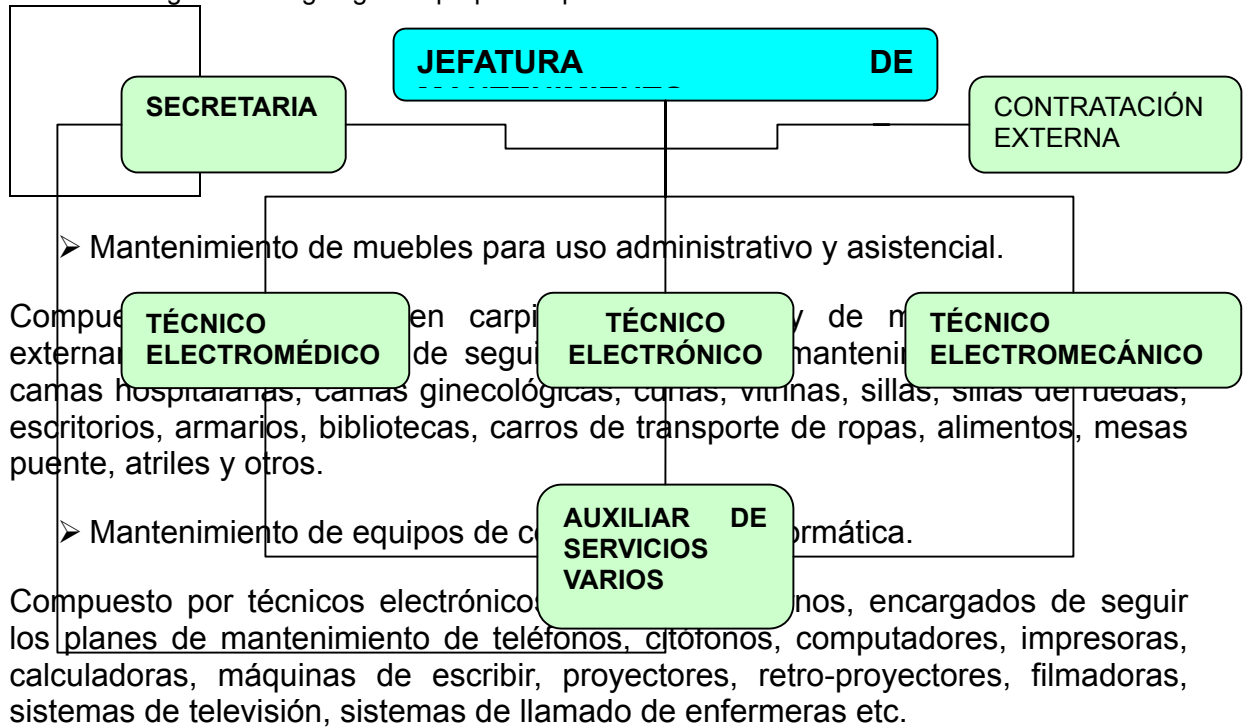
- **Categoría 1:** equipos biomédicos considerados de soporte de la vida cuya falla está asociada con accidentes serios o potencialmente serios.
- **Categoría 2:** equipos cuyas fallas no son tendientes a accidentes serios y afectan seriamente a la provisión de un servicio al paciente si no hay un reemplazo (equipos e instrumentos de diagnóstico).

- **Categoría 3:** son aquellos equipos que no son tendientes a fallas y si suceden no son tendientes a accidentes serios.

➤ Mantenimiento de equipo industrial de uso hospitalario.

Compuesto por técnicos electromecánicos internos y externos, encargados de seguir los planes de mantenimiento en los equipos de la lavandería, cocina, esterilización, refrigeración y aire acondicionado, calderas, equipo hidroneumático para suministro de agua potable y red de incendio, bombas de vacío, compresores de aire medicinal, subestación y plantas de emergencia, ascensores y equipos de seguridad como extintores y alarmas, etc.

Figura 44. Organigrama propuesto para el área de mantenimiento.



En conclusión, es tarea del área de mantenimiento evaluar los trabajos que serán hechos por personal interno o externo, de acuerdo a su complejidad.

2.6.2 Organigrama Para El Área De Mantenimiento

El recurso humano viene a constituirse en uno de los más importantes componentes del área, debido a que el personal estará en contacto permanente con personas, compañeros de trabajo, superiores, contratistas, visitantes y pacientes. En la Figura 44 podemos observar el organigrama propuesto para el área de mantenimiento.

Se le deberá inculcar un profundo respeto por todos ellos, pues de ello depende buena parte del éxito en su desempeño integral y del área.

Los Perfiles y funciones de los cargos propuestos, corresponden a una serie de actividades que debe realizar la persona al frente de cada cargo para cumplir con los deberes asignados al mismo, comprende la responsabilidad inherente a él y las condiciones para desempeñar adecuadamente sus deberes. A continuación relacionamos esta información en las figuras 45, 46, 47, 48, 49 y 50.

2.7 CAPACITACIÓN DE RECURSO HUMANO

La solución al problema de mano de obra no consiste solamente en la contratación de más personal sino en la capacitación para utilizar eficientemente la mano de obra existente.

La persona que haya sido capacitada, debe dedicarse al tipo de trabajo en donde mejor pueda aplicar sus conocimientos y aun más, debe convertirse en un multiplicador de los nuevos conocimientos adquiridos.

2.7.1 Objetivos De La Capacitación

Un Técnico debe participar constantemente en cursos de manejo, operación y mantenimiento de diferentes equipos biomédicos y de nuevas tecnologías que llegan al país y al Centro integral de Oftalmología, ya que debidamente capacitados aseguran el máximo rendimiento de los recursos y prestan eficientemente sus servicios técnicos.

Los objetivos básicos de la capacitación deben conseguir:

- Elevar el nivel técnico del personal.
- Lograr la realización personal y satisfacción en el trabajo.
- Mejorar el rendimiento y eficacia del departamento de mantenimiento, obteniendo mayores beneficios y aumentando el aprovechamiento de los recursos.
- Fomentar buenas relaciones internas creando un ambiente favorable de trabajo.

2.7.2 Programación De La Capacitación

Es responsabilidad del jefe del área de mantenimiento:

- Establecer las políticas de capacitación y presentarlas a las directivas de la institución.

Figura 45. Perfiles y funciones de cargo del jefe de mantenimiento.

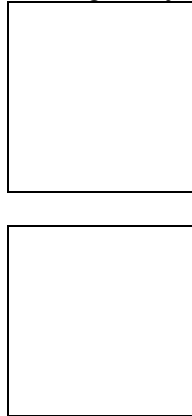


Figura 46. Perfiles y funciones de cargo de técnico electro biomédico.

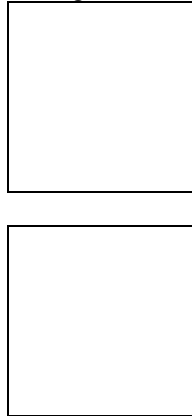


Figura 47. Perfiles y funciones del cargo de técnico electrónico.

--	--

Figura 48. Perfiles y funciones del cargo de técnico electromecánico.

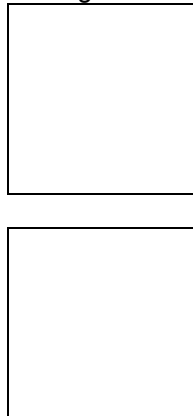


Figura 49. Perfiles y funciones de cargo de secretaria.

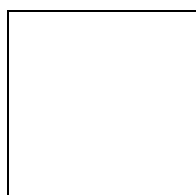
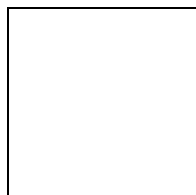
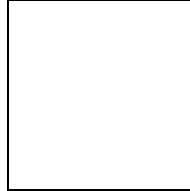
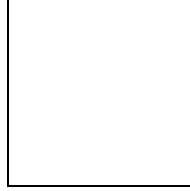


Figura 50. Perfiles y funciones de cargo de auxiliar de servicios.



- Establecer los objetivos generales.
- Investigar las necesidades de capacitación mediante el análisis de puestos, descripción de los cargos, encuestas sobre habilidades, conocimientos y actitudes del personal.
- Determinar las prioridades de capacitación y desarrollarlas para cada una de las especialidades y categorías del personal.
- Investigar las características de los posibles candidatos a recibir la capacitación (escolaridad, edad, interés, temor a asistir a algunos de los cursos, experiencia profesional, conocimientos, habilidades específicas, etc.).
- Determinar la disponibilidad de recursos dedicados a la capacitación y obtener la autorización para disponer de ellos.
- Establecer el programa de capacitación estableciendo prioridades.

2.7.3 Selección Del Personal Para Capacitación

El jefe de mantenimiento tiene la responsabilidad de la selección, para lo cual.

- Efectuara sondeos permanentes de los conocimientos del personal para determinar cuántos y cuales necesitan adiestramiento y que tipo de adiestramiento. No obstante, es provechoso que un técnico, si bien es especialista en un área, adquiera destrezas en otras disciplinas que le ayudarán a formarse profesionalmente y además le permite servirle al especialista o servir de apoyo en casos de emergencia.

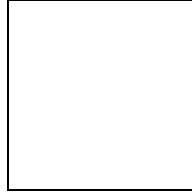
- Deberá informar a las directivas de la institución los requerimientos de capacitación y hará recomendaciones acerca de quienes deberán ser capacitados y en que especialidad.

2.7.4 Tipos De Capacitación

El área de apoyo tecnológico debe realizar anualmente un programa de capacitación para su personal, el cual debe cubrir niveles de formación técnica, administrativa y humanística.

- Si la experiencia ha sido, y sigue siendo en algunos casos, la base principal sobre la que ha operado el mantenimiento, es preciso encontrar algo mas para dominar las tecnologías emergentes. Una manera práctica de capacitar es el intercambio de experiencias por parte de los técnicos, creando charlas periódicas donde se comenten casos especiales o en procedimientos que merezcan ser resaltados. Con la ayuda de la herramienta, **“Lección de un Punto”**, implementada en TPM (ver Figura 51), se hace participe al personal de mantenimiento en actividades de Auto-capacitación que conjuntamente eleven el nivel técnico y profesional del recurso humano. En lo posible deberá utilizarse la modalidad de entrenamiento en servicio, dentro del horario normal y con los recursos disponibles.
- Capacitar a través de cursos o sesiones teórico prácticas dictados por entidades como el Ministerio de Salud, Secretaria de Salud, Universidades, SENA etc., o por técnicos especialistas en áreas específicas.

Figura 51. Lección de un punto.



- La capacitación técnica y de uso de los equipos biomédicos y hospitalarios que ofrecen los proveedores y/o fabricantes de equipos, la cual se debe exigir, ya que es una forma de actualización en estas nuevas tecnologías.
- Programar visitas a otras entidades, con lo cual se motiva e ilustra al tiempo que se rompe la rutina.
- También hay que resaltar la auto capacitación que realiza cada persona para su crecimiento personal.
- Contar con ayudas audiovisuales con el propósito de dinamizar las reuniones, dotando a los operarios de manuales de mantenimiento para intercambiar ideas y facilitar la comunicación.
- Con respecto al personal asistencial (médicos, enfermeras, auxiliares, técnicos etc.). Se ha detectado una deficiencia en el manejo y operación de algunos equipos, generando falsas solicitudes de servicio. La manera de atacar primordialmente esta falla es organizando constantemente cursos (charlas o talleres) de manejo y operación de los equipos dirigido a este grupo. Aunque la capacitación de los usuarios y operadores de los equipos es responsabilidad de cada área, el jefe de mantenimiento deberá asegurar que el personal de mantenimiento asista a estos cursos.

2.8 BIOSEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

Las nociones sobre Bioseguridad deben incorporarse definitivamente en la institución, creando en el personal conductas apropiadas frente al peligro considerándolo una contingencia grave, pero desprovista de dramatismo.

“La valoración objetiva de los factores de riesgo identificados y ubicados en el proceso, debe conducir al desarrollo ordenado y priorizado de acciones que permitan su prevención y control”². Las personas que en los hospitales deben

² VERA, César. Salud Ocupacional. Bogotá: Universidad Industrial del Santander, 2000.

manipular equipos que trabajan con reactivos químicos, material radiactivo, material para procesar especímenes, cultivos y toxinas o bien los residuos generados de estas actividades, se exponen a una gran variedad de riesgos. Los principales se pueden agrupar en cuatro categorías, de acuerdo a la Tabla 4, la cual puede emplearse en el control de la salud ocupacional.

Las enfermedades infecciosas ocupan un lugar preponderante entre los riesgos hospitalarios y en la actualidad la Hepatitis B y el SIDA son las que generan mayor inquietud.

El accidente diario y los que ocurren a mayores niveles (grandes accidentes), tienen su origen en distracciones. Los errores por distracción son característicos de las tareas que requieren mucho entrenamiento, son propios de los expertos y no del que recién comienza. Esto se debe a que cuanto mas experto se es en una actividad, son menores las demandas conscientes y la atención puesta en la misma.

La responsabilidad de los actos de un individuo frente a si mismo y hacia la comunidad es un aspecto importante a considerar. Los profesionales a menudo se comportan como si su profesión los inmunizara contra los riesgos a los que se exponen durante su labor normal. Otros, evitan notificar los accidentes, tal vez por temor a ser descalificados, sin reflexionar sobre la interacción de la conducta individual con lo social.

El principal responsable por la seguridad es el profesional a cargo, quien debe implementar las medidas de seguridad y los procedimientos a seguir frente a lo imprevisto dentro de lo previsto. Los profesionales que trabajan en el sector hospitalario deben estar convencidos que manejan equipos y material potencialmente peligroso y deben adoptar medidas precautorias surgidas como resultado de accidentes previos y de la experiencia general acumulada. Así mismo deben considerar a dichas medidas como lo suficientemente eficaces para trabajar con una actitud alerta pero no de temor exagerado.

La prevención de accidentes y/o enfermedades debe ser considerada como un ítem de máxima importancia en los programas de mantenimiento, pues el principio indiscutible es que *todo accidente o enfermedad profesional puede ser evitada*. Cualquier programa de prevención debe dedicar la mayor parte de sus esfuerzos al desarrollo de una mentalidad previsiva condicionando a todos los funcionarios, profesionales y personal técnico a que realicen sus trabajos de forma segura y que sepan como actuar en situaciones de emergencia.

Es posible desempeñarse con un grado de seguridad apropiado con el uso de buenas técnicas, como son:

- La limpieza, el orden, el buen manejo de técnicas de esterilización, el conocimiento sobre la forma de inactivar agentes agresivos, la utilización de elementos de protección personal (gafas, guantes, delantales, Protección auditiva, y/u otros de acuerdo a la tarea desarrollada y al riesgo presente), la capacitación y el entrenamiento del personal.
- El conocimiento de las vías de transmisión de los agentes infecciosos, la potencialidad cancerígena de muchas drogas y compuestos radiactivos en uso, son esenciales para un buen y seguro desempeño.
- También debe recordarse el compromiso de no perjudicar a los demás, es decir cada persona en su lugar de trabajo debe aplicar las medidas técnicas adecuadas como condición necesaria aunque no suficiente, por lo que nada debe quedar librado al azar de manera tal que quien lo reemplace o comparta su lugar de trabajo pueda confiar que se han respetado todas las normas de seguridad.

Tabla 4. Principales riesgos en las instituciones de salud

Riesgos químicos.	Riesgos físicos.	Riesgos biológicos.	Riesgos psicológicos.
Adhesivos.	Aire comprimido.	Alergias.	Horas de trabajo.
Aerosoles.	Electricidad, choques eléctricos	Trans-infecciones.	Inadecuada comunicación.
Anestésicos.	Frío excesivo.	Detergentes enzimáticos.	Relaciones entre el personal.
Monóxido de carbono.	Explosivos.	Manipuleo de especímenes infecciosos.	Insatisfacciones laborales.
Limpiadores.	Fuego.	Hepatitis.	Prácticas administrativas.
Detergentes.	Quemaduras.	Inadecuada gestión de los residuos sólidos.	Motivación.
Desinfectantes.	Pisos resbaladizos.	Inadecuada eliminación de los residuos líquidos.	Responsabilidades.
Drogas.	Calor.	Enfermedades infecciosas.	Remuneración.
Escape de gases.	Agua caliente.	Falta de inmunización.	Selección y entrenamiento del personal.
Productos químicos de laboratorio.	Iluminación inadecuada.	Reutilización de mascarar sin esterilización.	Turnos de trabajo.
Pinturas.	Ventilación inadecuada.	Derrames y roturas.	Tamaño, complejidad y ubicación del hospital.
Plomo.	Radiación ionizante.	Erupciones en la piel a causa de estreptomicina.	Ambiente social.
Aceites.	Ruidos. Afección Auditiva. Sordera Profesional		Relaciones entre el personal y pacientes.
Plaguicidas.	Radiación no ionizante.		Participación en el trabajo.
Compuestos químicos fotográficos.	Diseño deficiente de instalaciones y equipos.		
Plásticos.	Mantenimiento deficiente.		
Pulimentos.	Resbalones y caídas.		
Conservadores.	Traumatismos.		
Gases refrigerantes.	Locativos.		
Solventes.			
Esterilizadores.			
Intoxicaciones.			

Toda institución que trabaje con equipo biomédico y manipule agentes biológicos infecciosos, debe planear y establecer un programa de bioseguridad.

Para el éxito de estos programas, se requiere de la participación de todo el personal a cualquier nivel. Las medidas de seguridad no son seguidas por ellos por órdenes administrativas o por vigilancia de los supervisores; ellos lo hacen voluntariamente cuando se lo capacita, entrena para ello y se lo hace un participante activo.

Los elementos del programa de bioseguridad son:

- Diagnostico de situación.
- Determinación de prioridades.
- Organización administrativa.
- Asignación de recursos.
- Desarrollo de programas educativos para el personal.
- Definición de políticas y recursos.

Y comprende:

- Manual de seguridad y bioseguridad.
- Asignación de responsabilidades.
- Señalización.
- Plan de inspección.
- Plan de emergencias.

3. SISTEMAS DE INFORMACIÓN

Como toda organización, el Departamento de Mantenimiento tiene un Sistema de Información "SI", entendido como recurso para recabar y transmitir información entre sus diversos profesionales y unidades funcionales. Los SI han existido siempre, independientemente de su soporte tecnológico, su marco de objetivos o su rigor científico.

Un **dato** es un conjunto discreto de factores objetivos sobre un hecho real. Se almacena mediante el uso de tecnologías y, desde un punto de vista cuantitativo, su gestión se evalúa en términos de coste, velocidad y capacidad. Pero los datos no dicen nada sobre el porqué de las cosas, y por sí mismos tienen poca o ninguna relevancia o propósito. Tener más datos no siempre es mejor y el almacenamiento de datos superfluos, ambiguos, poco fiables o contradictorios puede ser perjudicial. Los datos sólo son importantes como materia prima para fabricar información y este es un ejercicio activo, el aspecto cualitativo de la gestión de datos.

La **información** es un proceso por el cual un agente emisor interpreta los datos y les añade significado y los transmite a un agente receptor que, a su vez, los analiza y los asimila, incorporándolos a su conocimiento. A diferencia de los datos, la información tiene significado (relevancia y propósito), requiere interrelación y sirve para la toma de decisiones. Pero generar, almacenar y transmitir más información no siempre es mejor. La información debe ser de calidad: fiable, suficiente, oportuna, segura, confidencial. La información idónea es la que genera más conocimiento con menor coste.

El **conocimiento** es una mezcla de experiencia, valores, información y "saber hacer", constituye un marco para la incorporación de nuevas experiencias e información y es útil para la acción. Los datos están localizados en el mundo (registros), el conocimiento está localizado en agentes (personas, organizaciones) y la información es el mediador entre ambos conceptos (mensajes). La creación de conocimiento desde la información es un ejercicio activo que solo puede tener lugar dentro de y entre las personas. El conocimiento permite "entender" los fenómenos que percibimos (interpretar la información) y "evaluarlos", en el sentido de juzgar la bondad o conveniencia de los mismos; así mismo, sirve de guía para la acción, con el objetivo de mejorar las consecuencias de estos fenómenos e incluso cambiarlos si es posible.

La **Sabiduría** es el conocimiento aplicado a la acción. Es la “conducta prudente en la vida o en los negocios” que conjuga el dominio teórico del conocimiento y el práctico de la prudencia para discernir y distinguir lo que es bueno o malo para seguirlo o evitarlo.

En las organizaciones, el conocimiento se encuentra en documentos, rutinas organizativas, procesos, prácticas y normas. Es el conocimiento (personal y colectivo) asociado a una empresa, a sus capacidades organizativas y a sus relaciones exteriores el que determina su **Capital Intelectual**: el conjunto de activos intangibles de una organización que, pese a no estar reflejado en los estados contables tradicionales, en la actualidad genera valor o tiene potencial de generarlo en el futuro.

Los conocimientos de personas clave, la satisfacción de los empleados, el “saber cómo” de la empresa, la satisfacción de los clientes, etc., son activos que explican buena parte de la valoración que el mercado concede a una organización y que, sin embargo, no son recogidos en el valor contable de la misma. En la era de la información, el Capital Intelectual se entiende como el principal activo de una empresa, condicionando su valor de mercado, y, por ello, cada vez más esfuerzos se invierten en medirlo y gestionarlo. Podemos distinguir 3 componentes del Capital Intelectual:

- El Capital Humano es el conocimiento útil para la empresa que poseen las personas y equipos de la misma, así como su capacidad de aprender. Es la base de la generación de los otros dos componentes. No es propiedad de la empresa, que sólo puede alquilarlo durante un periodo de tiempo.
- El Capital Estructural es el conocimiento que en un principio puede estar latente en las personas y equipos de la empresa y que la organización consigue explicitar, sistematizar e internalizar como conocimientos estructurados de los que depende su eficacia y eficiencia interna: sistemas de información y comunicación, tecnología disponible, procesos de trabajo, sistemas de gestión, etc. El Capital Estructural es propiedad de la empresa, queda en la organización cuando sus personas la abandonan. Un sólido Capital Estructural facilita una mejora en el flujo de conocimiento e implica una mejora en la eficacia de la organización.
- El Capital Relacional se refiere al valor que tiene para una empresa el conjunto de relaciones que mantiene con el exterior (clientes, proveedores, aliados, etc.)

La **Gestión del Conocimiento** es el conjunto de procesos y sistemas que permiten que el Capital Intelectual de una organización aumente de forma significativa, mediante la gestión de sus capacidades de resolución de problemas de forma eficiente, con el objetivo final de generar ventajas competitivas sostenibles en el tiempo.

Así pues, información, comunicación y conocimiento son recursos íntimamente relacionados y pilares fundamentales.

Para la recopilación de datos importantes del área de mantenimiento, es importante definir los siguientes ítems:

3.1 FICHA TÉCNICA

Cada ítem del inventario será soportado por la hoja de vida del elemento, donde se registra la mayor cantidad de información acerca de él. El formato de ficha técnica debe cumplir con requerimientos tales como:

- Registrar toda la información del equipo.
- Almacenar información de los accesorios principales de un equipo que son vitales para su correcto funcionamiento.
- Suministrar información acerca de la existencia de manuales de los equipos.
- Nivel de riesgo que presenta el equipo, tanto para el usuario como para el paciente, etc.

Este formato se perfeccionó luego de revisar diferentes versiones, en él encontramos información completa y detallada de numerosas variables. También vale la pena mencionar que es importante observar de manera inmediata la información detallada al momento de intervenir un equipo (Véase figura 52).

3.2 HOJA DE VIDA

Son fichas que reúnen la información histórica de los trabajos realizados en los equipos. En las figuras 53 y 54 se muestran los modelos de hoja de vida a utilizar.

3.3 SOLICITUD DE SERVICIO

Son aquellas que realizan los usuarios de los servicios y pueden ser originadas también por el departamento de mantenimiento consecuencia de las rondas efectuadas periódicamente Ver figura 55.

Son aprobadas por el jefe de Mantenimiento para originar una orden de trabajo (OT). Algunos pasos a seguir.

Figura 52. Formato ficha técnica.

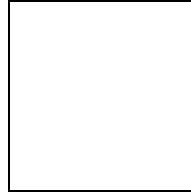
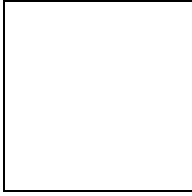
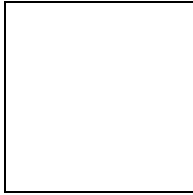


Figura 53. Formato hoja de vida, parte 1.



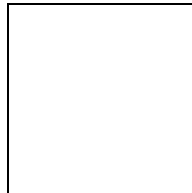
- **Recepción.**
- **Clasificación:** Se debe hacer según prioridad, el responsable es el jefe del departamento o sección y se califica la Prioridad de la solicitud, ruta que debe seguir, método a utilizar, elementos, repuestos, herramientas etc.
- **Clasificación por especialidades:** Los trabajos a realizar se clasifican por especialidades, es responsabilidad del jefe quien debe ordenar ¿QUIÉN?, ¿DÓNDE?, ¿CUANDO?, se debe realizar el trabajo especificado en la OT.
- **Supervisión:** Los trabajos serán supervisados por el jefe de mantenimiento. El es el encargado que la OT se lleve a cabo con los instrumentos, herramientas, repuestos, normas de bioseguridad, tiempos establecidos, etc.
- **Ejecución:** El trabajo lo efectuara el técnico o tecnólogo especialista. El es la persona a quien se le encargo la labor de la OT para ejecutarla bajos las normas del departamento de mantenimiento.

Figura 54. Formato hoja de vida, parte 2.



- **Solicitud de elementos o repuestos:** Es ejecutada por el técnico a la oficina de mantenimiento para ejecutar el trabajo de la OT.
- **Pruebas:** En el banco del trabajo se deben hacer las pruebas correspondientes del trabajo realizado con las especificaciones y normas del fabricante del equipo.
- **Aprobación:** Por el supervisor o ingeniero quien realiza la correspondiente aprobación del trabajo ejecutado en su sección con los parámetros, normas, especificaciones, normas de seguridad (alarmas audibles, visuales, fusibles etc.) dadas por el fabricante para ser puesto a el servicio con los principios de funcionamiento para los cuales fue diseñado.
- Estas pruebas estarán escritas en los ítems de mantenimiento en las secciones de mantenimiento preventivo o correctivo de las características técnicas de cada equipo, pruebas de funcionamiento (manuales técnicos).

Figura 55. Formato solicitud de servicio

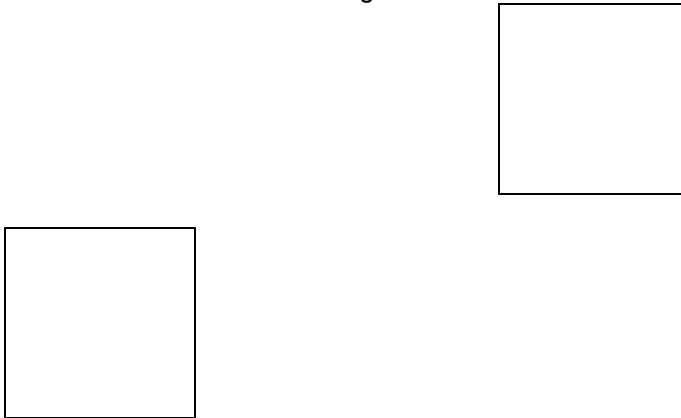


- **Entrega:** Al servicio y realización de las correspondientes pruebas al personal operario y jefe. El técnico o tecnólogo será el encargado.
- **Recibido:** A satisfacción por parte del servicio. La firma del jefe del servicio o encargado y operario de turno debe aparecer en la OT con recibimiento a satisfacción del trabajo realizado por el departamento de mantenimiento.

Para tener un control de seguridad se diseñara una etiqueta con fecha, hora y el personal de mantenimiento que intervino en la actividad. Sirve para que los operarios tengan conocimiento visual de la fecha que se intervino el equipo.

- Entrega de la OT totalmente diligenciada al departamento de mantenimiento.

Figura 56. Formato orden trabajo



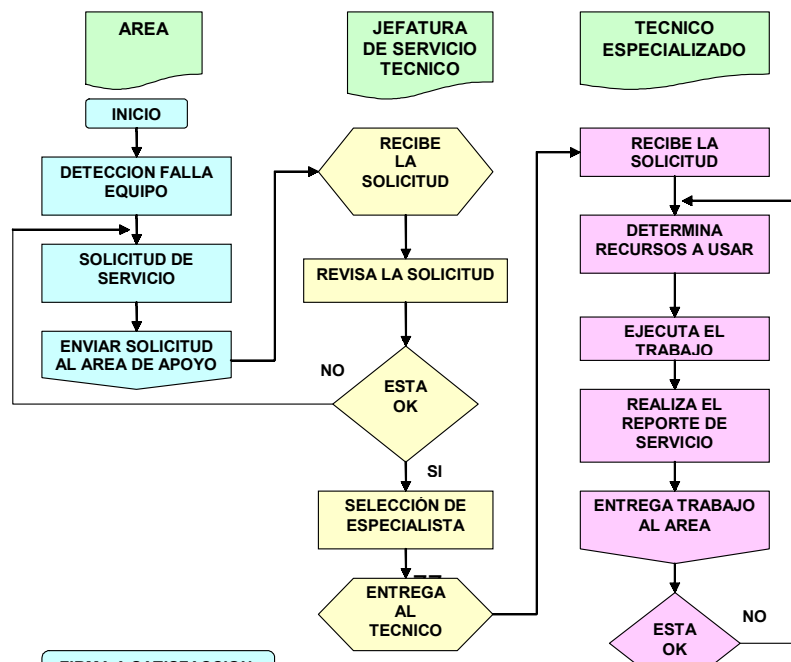
3.4 ELABORACIÓN DE LAS ÓRDENES DE TRABAJO

Las órdenes de trabajo se originan mediante las solicitudes de los servicios para la intervención de un equipo u otro tipo de trabajo. Es un apoyo como herramienta que ayuda a plasmar por escrito las experiencias, costos y conocimientos de las actividades del personal. Ver Figura 56.

Las OT se pueden originar por:

- **Solicitud con Orden de Servicio.** La mejor forma de recibir una solicitud de servicio es por escrito en un formato establecido con las características y la información necesaria para intervenir el equipamiento. Estos formatos son la base del departamento de mantenimiento y entran a hacer parte de las estadísticas de actividades.
- **Aviso Telefónico De Los Servicios.** Es una forma rápida, usual y es valedera cuando se atiende y se formaliza con los formatos de solicitud del servicio.

Figura 57. Circuito de la orden de trabajo OT.



- **Por Computador.** Es la ideal, ya que con terminales en los servicios se hace posible tener en red los diferentes departamentos de la institución minimizando tiempos, desplazamientos, etc. Ver Figura 57.

Existen algunos circuitos de las OT en función de la urgencia que se dé a la intervención:

- **U1:** Arreglo urgente, aviso telefónico al departamento sin orden de servicio.
- **U2:** Plazo de algunos días por faltante de repuestos, equipos de calibración, personal especializado, insumos, disponibilidad del espacio físico, equipo, se tiene orden de solicitud del servicio para originar la OT.
- **U3:** Garantía del equipamiento.

La estructura de una orden de trabajo OT es la siguiente:

- **Descripción General:** Sirve para que el técnico informe que clase de equipo va a intervenir, los usos médicos que tiene y sus partes principales
- **Usos Del Equipo:** Para qué sirve el equipo, principios físicos en que se basa, fenómenos fisiológicos con que se asocia el equipo.
- **Equipo Asociado:** Accesorios de uso frecuente o desechables, herramientas especiales u otros equipos, y si el equipo requiere de instalaciones especiales.

- **Partes Principales:** Con la elaboración de un diagrama a bloque o de flujos de los componentes especiales diciendo como funciona cada parte y la relación que hay con las demás.
- **Tecnología Utilizada:** Describa las innovaciones realizadas por el fabricante si este lo especifica, y la naturaleza con equipos de la misma generación.
- **Ubicación De Las Partes Del Equipo:** Describa las diferentes partes que compone el equipo anotando si estas están integradas o separadas.
- **Peligros Y Cuidados:** Tanto para el operario, técnico, usuario, paciente se debe consulta en los manuales de operación y manejo para no incurrir en errores.
- No se recomienda que se proceda a efectuar ningún procedimiento de verificación del equipamiento cuando este se encuentre conectado al paciente, ya que ninguna circunstancia lo amerita. Esto ocurre en instituciones sin tener en cuenta los peligros.
- Clasificación de los peligros: Peligros mecánicos, eléctricos, electrónicos. tóxicos, radiación, calibración. El profesional en equipo biomédico debe conocerlos para no incurrir en errores.

3.5 INFORMES PERIÓDICOS DE MANTENIMIENTO

Para poder tener control permanente del programa de mantenimiento se rendirá un informe mensual donde se reporten todas las actividades.

- Listado de los equipos que fueron intervenidos en ese periodo especificándolas clases de actividades realizadas.
- Equipos en Funcionamiento: Son los que se encuentra en condiciones técnicas para el buen funcionamiento.
- Equipos en Reparación: Equipos que se encuentran el proceso de reparación para volverlos a su estado habitual de trabajo.
- Equipos Entregados: Son los equipos que cumple con los requisitos de funcionamiento mediante la pruebas técnicas del fabricante.
- Equipos de Rechazo: Equipos fuera de servicio por falta de repuestos, accesorios que se necesitan importar, falta de equipo para una efectiva intervención de calibración, reactivos, presupuesto, etc.

3.6 INFORMACIÓN TÉCNICA

Para lograr un desempeño óptimo en las labores de mantenimiento, mayor rapidez, mejor desempeño de los técnicos y por el nivel de especialización de los equipos a intervenir, generalmente es indispensable contar con la información técnica de cada uno de los equipos que se encuentren en la institución.

“La gestión de la documentación incluye las siguientes actividades:”³

- Revisar y actualizar continuamente los manuales de ejecución y mantenimiento.
- Clasificar y ordenar la información técnica.
- Mantener un listado maestro de la información.

Toda esta documentación se debe conseguir con los proveedores de los equipos en original y dos copias en español, al momento de hacer la gestión de compra y debe ser considerada como requisito indispensable en el momento de la negociación, ya sea para equipo nuevo o re-manufacturado. Otra forma de adquirir los manuales de operación y servicio es por medio de los representantes locales de las marcas más comunes y de mayor comercialización en el país.

Por lo general las instituciones no cuentan con esta información, y se deben buscar algunas pautas para su pronta recolección, agrupando la documentación técnica bajo los siguientes conceptos.

3.6.1 Manual De Operación

Este manual permite saber cómo utilizar el equipo en condiciones normales, excepcionales, limpieza, mantenimiento básico para el usuario, etc.

3.6.2 Manual De Mantenimiento

En este grupo, se incluyen aquellos documentos que contienen información necesaria para mantener en buen estado los equipos, es decir,

- Requisitos esenciales en la instalación.
- Planos Eléctricos, Electrónicos, de partes, etc.
- Información de consumo de energía, condiciones de voltaje y necesidades de suministros regulados etc.

³ TAMAYO, Carlos. Organización del Mantenimiento. Bogotá: Universidad Industrial del Santander, 2000.

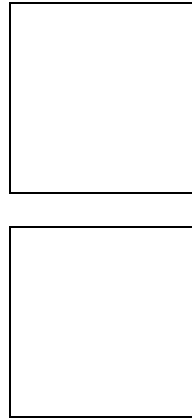
- Rutinas de mantenimiento Preventivo, frecuencia con la cual estas debe ser realizadas, etc.
- Elementos e instrumentos requeridos para ejecutar el mantenimiento preventivo, correctivo y su costo.
- Certificación del fabricante sobre la vida útil del equipo y garantía de suministro de repuestos durante la misma.
- Listado de repuestos y/o elementos de mayor consumo y su costo.

Se debe entregar una copia del manual de operación al servicio donde esta el equipo, y el resto de información servirá de material de consulta para el personal de apoyo tecnológico.

3.6.3 Inventario De La Documentación Técnica

De acuerdo al esquema de clasificación anteriormente propuesto, los documentos existentes y recopilados en la institución, que son necesarios para las labores de mantenimiento se describen en la tabla 5.

Tabla 5. Inventario documentación técnica.



Para la gestión, manejo y control de la documentación técnica, como elemento vital dentro de la gestión de mantenimiento, se debe archivar los documentos codificados en una biblioteca y/o plano teca con su respectivo kardex de consulta de manera que se puedan localizar individualmente. Esta información no debe ser retirada del área de apoyo tecnológico sin el visto bueno del coordinador. Para la reparación de los equipos se recomienda utilizar las copias de la documentación técnica de los equipos.

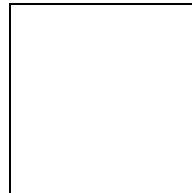
3.6.4 Control De Almacén De Repuestos

Un factor fundamental en las estrategias de mantenimiento es el control adecuado de los repuestos; un manejo sin planeación incurre en sobre-costos por inventarios altos, baja rotación y por paros técnicos debido a la falta de repuestos en el momento oportuno.

- Ficha de inventario

Análogo a como sucede con los equipos, la ficha de inventario es el registro que contiene toda la información pertinente del repuesto. Ver figura 58.

Figura 58. Ficha de inventario de repuestos.

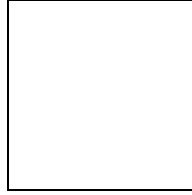


- Solicitud de repuestos.

Es un documento que soporta las salidas de artículos, y el cual es un respaldo administrativo y contable a la información consignada en las solicitudes de trabajo

y análisis de fallas. Su correcto manejo posibilita el conocimiento de los consumos de repuestos. Ver figura 59.

Figura 59. Solicitud de repuestos.



3.7 MANTENIMIENTO E INFORMÁTICA

La informática ayuda al mantenimiento mediante tres grupos de sistemas informáticos:

- Sistemas industriales. Se trata de tarjetas automáticas programables, calculadoras industriales, etc.
- Sistemas de diagnóstico. Son tarjetas de diagnóstico y sistemas expertos que ayudan en la investigación de los fallos de los equipos.
- Sistemas de gestión de las actividades de mantenimiento. Software que permite planificar las tareas de mantenimiento, al tiempo que permite realizar un seguimiento de los gastos que genera el mantenimiento.

Estos sistemas pueden ofrecer servicios de dos maneras diferentes:

- TMAO (Técnicas de Mantenimiento Asistidas por Ordenador).
- GMAO (Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador).

En adelante nos centraremos en el software de la clase GMAO dado que es el que mayor auge está teniendo. Dentro de esta categoría podemos encontrar programas que van desde la gestión de mantenimiento de hospitales hasta programas generales de mantenimiento usados en las empresas pequeñas y medianas.

El GMAO ofrece programas que permiten:

- Gestionar los repuestos.
- Gestionar los mantenimientos correctivos y preventivos.
- Controlar los gastos de mano de obra y material.
- Diagnosticar fallos.

La manera en que este software se introduce en la institución comienza con la propuesta del responsable de mantenimiento de la adquisición de informática de soporte al mantenimiento. Sin embargo, puede pasar mucho tiempo desde que se plantea la informatización hasta que se adquiere, dado que el responsable de mantenimiento no tiene normalmente una posición muy elevada en el organigrama de la empresa, y por tanto la decisión de informatizar el mantenimiento incumbe a diversos responsables. Ver figura 60.

Dentro del GMAO podemos dividir los programas en tres grupos:

- Los programas de gestión del mantenimiento. Registran los gastos de mano de obra y de material, y controlan el nivel de stock de los repuestos.
- Los programas de ayuda a la decisión y a la optimización de las funciones de preventivo.
- Programas de ayuda a la explotación de equipos. Permiten registrar la disponibilidad, fiabilidad y ayudan al diagnóstico de cada equipo.

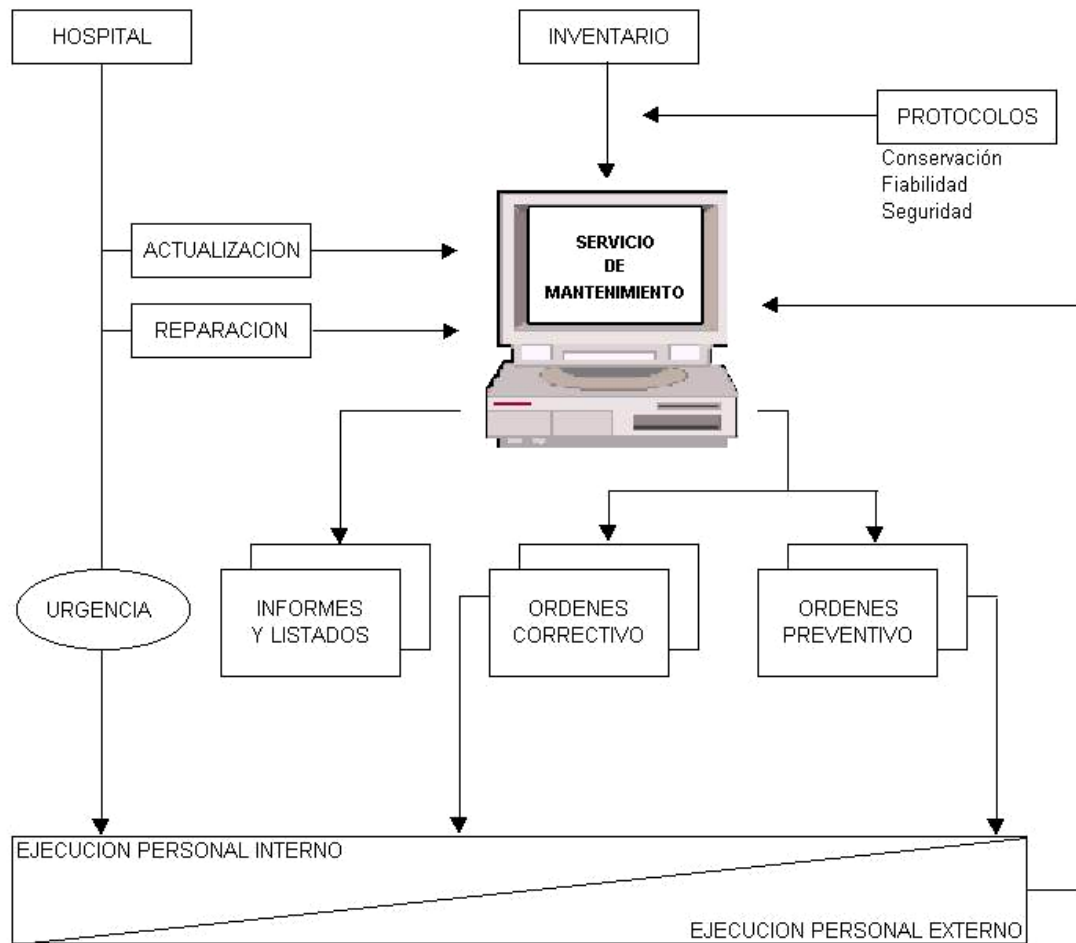
3.7.1 Gestión Del Mantenimiento Asistida Por Ordenador

A continuación veremos cómo implantar un software GMAO. Utilizaremos un programa GMAO para:

- Decidir la política de mantenimiento.
- Establecer los presupuestos de mantenimiento.
- Planificar las tareas.
- Seguimiento del material.

Este tipo de programas permiten prevenir los fallos potenciales, establecer las acciones de mantenimiento preventivo además de una búsqueda de los orígenes de una falla.

Figura 60. Mantenimiento e informatica.



- **Prestaciones de los programas GMAO**

Para elegir un programa GMAO deberemos tener en cuenta si permiten las siguientes funciones:

- Ayuda a la gestión de stocks.
- Aumento de la disponibilidad de los equipos.
- Eficacia en la búsqueda de las piezas.
- Reducción de desplazamientos.
- Instrucciones precisas de intervención.
- Dominio y seguimiento de los gastos.

- Ayuda a la optimización de los stocks.

Los mejores programas serán aquellos que incluyan las diferentes fases del ciclo de vida de un equipo.

En cuanto a los proveedores de software GMAO, podemos distinguir entre:

- Auditoras que asesoran en la elección del software.
- Otras empresas que sin dedicarse a la informática han desarrollado algún tipo de software que resuelve la problemática del mantenimiento en las empresas del sector.
- Empresas de servicios informáticos.
- Especialistas de GMAO.

- **Rentabilidad del software GMAO**

La implantación del software GMAO permite reducir alrededor del 6% los gastos directos de mantenimiento, una mejora del 15% de la eficacia, y alrededor de dos años para amortizarlo.

Los gastos de una implantación GMAO se reparten de la siguiente manera:

- 25% en coste del software.
- 25% en coste del material.
- 35% en tiempo dedicado a la documentación e integración.
- 15% en formación.

- **Soporte a la toma de decisiones**

El software GMAO ofrece ayuda a las decisiones mediante:

- Análisis de las causas de fallos.
- Análisis de estadísticas de disponibilidad.

3.7.2 Técnicas De Mantenimiento Asistido Por Ordenador (Tmao)

TMAO ofrece fundamentalmente tres servicios:

- **Ayuda a las técnicas de disponibilidad**

Ofrecen principalmente dos tipos de servicios:

- Función de adquisición de datos.
- Software de tratamiento de los datos.

- **Ayuda al diagnóstico**

Se trata de encontrar qué es lo que ha provocado un fallo en un equipo. Para ello,

Las técnicas TMAO pueden ofrecer diversos productos:

- Tarjetas de diagnóstico programables para prediagnóstico y seguimiento.
- Tarjetas de diagnóstico o sistemas de adquisición de datos para comparar en tiempo real el funcionamiento real de la máquina con el funcionamiento en buen estado.
- Sistemas expertos para averiguar el origen de un fallo.

- **Sistemas expertos**

En primer lugar vamos a definir que entendemos por un sistema experto (S.E.). Un sistema experto es la incorporación en un ordenador de una componente basada en el conocimiento, que se obtiene a partir de la habilidad de un experto humano, de forma que el sistema puede dar consejos o tomar decisiones inteligentes.

Un sistema experto razona utilizando:

- Conocimiento experto para resolver problemas complejos de un dominio.
- Conocimiento que el sistema posee del problema concreto.

El S.E. busca en un espacio de alternativas y con un nivel de competencia similar a los de un ser humano experto en dicho dominio.

Además debe ser capaz, bajo demanda, de justificar su propia línea de razonamiento de forma inteligible para el usuario.

Ventajas de un sistema experto:

El S.E. incrementa la productividad de la empresa, dado que:

- Puede incrementar su conocimiento a medida que aparecen nuevas informaciones útiles.
- El experto humano no siempre está disponible cuando ocurre un fallo.

- Puede justificar la secuencia de reglas que ha seguido para elaborar su conclusión, explicando de este modo cuál ha sido el origen de la avería.

Existe una tendencia a pensar que los sistemas expertos no están todavía suficientemente desarrollados, pero al menos en el área de mantenimiento, los programas sistema experto están demostrando su eficacia a la hora de elaborar diagnósticos.

3.7.3 Integración Del Gmao En La Estructura De Las Redes Industriales

En la actualidad todos los equipos informáticos de las empresas están conectados por red, para acceder a datos comunes y optimizar el uso de recursos como las impresoras.

Como no podía ser de otra manera, los programas GMAO también se integran en las redes. Permiten el acceso a ellos desde múltiples consolas para que los operarios de mantenimiento puedan acceder a ellos desde diversas partes de la empresa. Por supuesto, permiten transferir datos a PCs para que desde otros programas puedan hacerse operaciones con las estadísticas y datos ofrecidos por los programas GMAO.

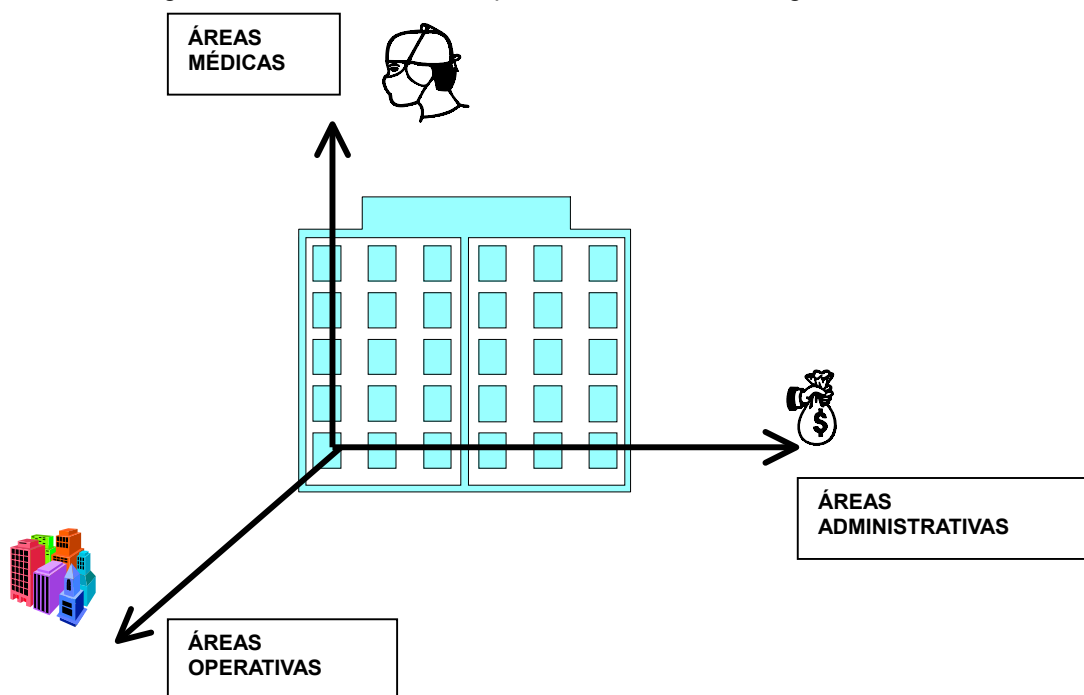
Con la integración del software GMAO en las redes locales, podemos tener toda la información que maneja el GMAO centralizada en una base de datos común.

4. GESTIÓN Y ADMINISTRACIÓN DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO

A lo largo del siglo XX, las instituciones médicas se desarrollaron en dos áreas: *la médica y la administrativa*. Las *áreas médicas* formadas por un sinnúmero de mini-emprendimientos médicos que trabajan asincrónicamente hacia un fin específico: **“LA ATENCION DEL PACIENTE”**.

Grupos médicos especializados se hacen cargo de la prestación de cada servicio. *La Dirección Médica de la institución* regula las actividades de los diversos grupos: supervisa el personal de atención de pacientes, los ateneos, los costos, la operación y el mantenimiento del edificio. Las *áreas administrativas* aportan sus conocimientos para hacer rentables las prestaciones médicas, facturarlas y cobrarlas. Este esquema bidimensional no sirve, las empresas de salud deben desarrollarse en un espacio de tres dimensiones: dónde, sobre el tercer eje, se ubiquen las *áreas operativas*. Las empresas exitosas en salud serán las que con normas de calidad logren equilibrar las fuerzas producidas por las tres áreas. Ver figura 61.

Figura 61. Administración hospitalaria, tendencia del siglo XX.



Los pocos profesionales que en instituciones de salud administran las áreas operativas han recibido los nombres más diversos. Han sido Gerentes / Jefes / Coordinadores o Responsables de Servicios Generales, ...de Servicios no Asistenciales, ...de Operaciones, ...de Obras y Servicios, ...de Ingeniería y Mantenimiento, ... etc.

Acorde con el nombre, han desarrollado las funciones más diversas, de hecho todas aquellas que no puedan ser catalogadas claramente como médicas o administrativas. Durante esos años basaron su acción en la siguiente definición del Mantenimiento:

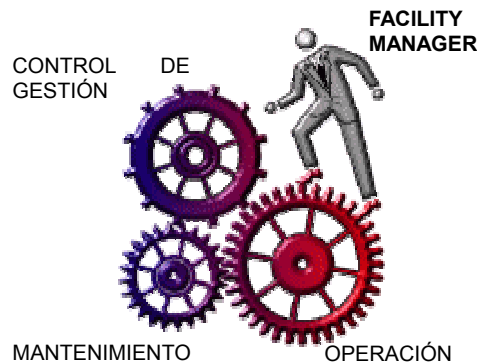
- Asegurar el óptimo funcionamiento operativo del edificio, sus instalaciones y equipos,
- Cumplir con las normativas vigentes,
- Buscar un alto nivel de eficiencia y seguridad en el personal,
- Desarrollar procedimientos de trabajo, participando en grupos interdisciplinarios,
- Incorporar sistemas informatizados y capacitación continua,
- Intentar mantener una constante actualización tecnológica.

Los americanos durante muchos años catalogaron esta función como *“la del hombre de los muchos sombreros”*, para indicar la diversidad de tareas a realizar.

Desde hace algunos años, definen la posición como **“Facility Manager”** y su tarea como la de aquella persona que ***“coordina el lugar físico con el trabajo de la organización y su gente, integrando los principios de la administración de negocios, la ingeniería, la arquitectura y el comportamiento de las personas”*** y centran la función en ***“la compra, instalación, operación, mantenimiento y disposición sobre:***

- Edificios
- Habitat Físico (áreas de atención, circulaciones, parques y exteriores)
- Instalaciones técnicas
- Muebles, repuestos y materiales
- Servicios operativos”

Figura 62. "Facility Manager"



Si comparamos ambas definiciones encontramos gran cantidad de similitudes, pero esta última es más abarcativa, pues no deja lugar a dudas una única función para manejar no sólo el mantenimiento, sino todo lo que tenga que ver con la operación y el control de gestión. Cuando nos referimos a una institución médica, dónde la función de Facility Manager todavía no se conoce, habría que agregar el manejo del Equipamiento Médico a las funciones consignadas. Ver figura 62.

En general cuando se habla de mantenimiento en instituciones de salud se piensa en tareas complicadas y de gran envergadura, este concepto se genera en años de no hacer mantenimiento en forma sistemática y por lo cuál el mantenimiento está más cerca de ser una utopía que una realidad.

Cuándo no se hace mantenimiento durante mucho tiempo, los edificios y los equipos se deterioran a tal grado que ponerlos nuevamente en valor es "siempre urgente y costoso", (esto último derivado de la urgencia misma).

Otra frase muy escuchada es "no hacemos mantenimiento preventivo porque es caro" y esto es real si se piensa en sistemas de Mantenimiento Preventivos tal los aplicados en las décadas del 60 y del 70 dónde se paraban los equipos y se cambiaban gran parte de sus componentes por las dudas.

Hacer mantenimiento puede ser más simple, si se utilizan técnicas y procedimientos adecuados. La cultura de mantenimiento japonesa edifica toda su estructura sobre principios muy básicos, conocidos como las "5S":

- SEIRI: Disponer de lo necesario y sólo eso.
- SEITON: Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar
- SEISO: Limpieza Total, en todo momento y en todo lugar

- SEIKETSU: El mantenimiento absoluto de las tres “S” previas
- SHITSUKE: Disciplina rigurosa para cumplir los procedimientos

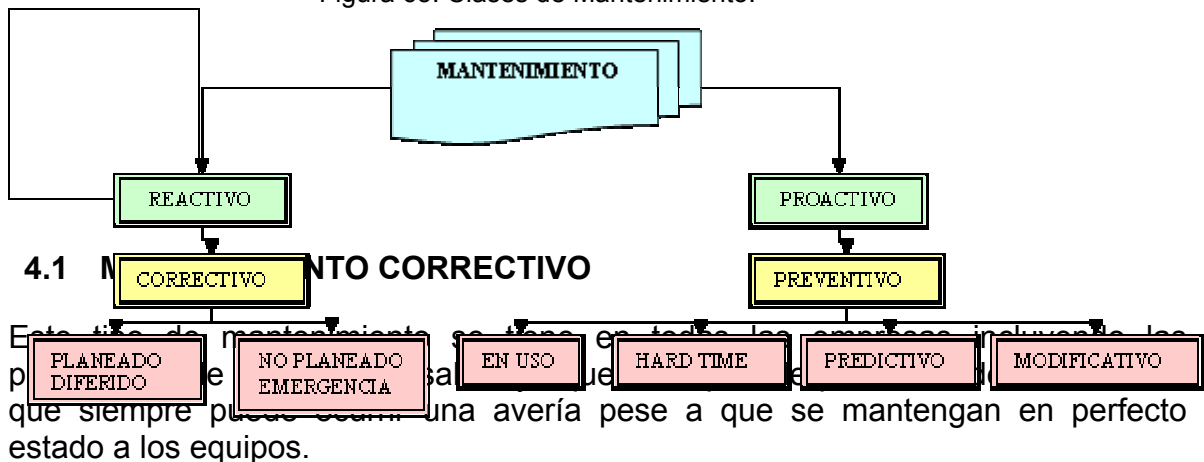
Hay que separar lo que sirve, de lo que no sirve y lo que no sirve se debe desechar (tirar sin miedo), los depósitos de los sanatorios y hospitales están atestados de elementos que nunca se volverán a usar. Los depósitos y lugares de trabajo se deben ordenar, lo que se puede necesitar se debe encontrar en forma rápida.

La limpieza permite detectar fallas, la falta de limpieza en equipamientos y lugares de trabajo complican las tareas innecesariamente.

El personal de operación y mantenimiento debe estar capacitado, se debe hacer un culto de estas consignas y mantenerlas continuamente.

La capacitación conduce a la mejora continua, las rutinas de mantenimiento deben estar escritas y se deben cumplir los procedimientos de recorridas de equipos. Esto permite detectar los problemas tempranamente. Sobre estas bases se asientan las distintas clases de mantenimiento. Ver figura 63.

Figura 63. Clases de Mantenimiento.



En este tipo de mantenimiento, el área de soporte es avisada de una avería a través del operario, quien detecta la avería en el momento que necesita el equipo, ya sea al ponerlo en marcha o bien durante su utilización. En muchos casos, con el fin de obtener un mayor rendimiento del equipo, el operario no avisara al equipo de mantenimiento hasta que la avería le impida continuar trabajando.

Si la institución solo realiza este tipo de mantenimiento entonces será necesario contar con un amplio equipo de técnicos y un stock elevado de repuestos. Así pues, el mantenimiento será costoso y por otra parte, dado que nos limitamos a *curar* y no a prevenir, entonces las averías serán mas importantes puesto que los

equipos trabajan incluso cuando empiezan a aparecer señales que indican que un fallo esta cercano.

Pese a todo, y como ya se ha comentado anteriormente, este tipo de mantenimiento es imprescindible.

Las acciones del mantenimiento correctivo son:

- **Detección:** Descubrir por vigilancia intensiva, la aparición de un fallo.
- **Localización:** Localizar los dispositivos que manifiestan un fallo.
- **Diagnostico:** Identificación de la causa del fallo con razonamiento.
- **Arreglo:** Puesta en funcionamiento el equipo.

Podemos considerar que un fallo es un deterioro o desperfecto en cualquiera de las partes de un aparato que impide el funcionamiento normal de este. No existe un equipo perfecto que este libre de cualquier fallo o anomalía a lo largo de su utilización. La clasificación de fallos podría obtenerse fijándonos en el origen de ellos, en la tabla 6 podemos ver el porcentaje atribuible a cada una de las causas con respecto al total de fallos.

Tabla 6. Causas de los fallos.

CAUSAS	%
Mala utilización del equipo o instalación	41%
Defectos de fabricación del equipo	27%
Diseño erróneo o errores de calculo del equipo	12%
Desgaste natural o Envejecimiento	10%
Fenómenos naturales y otras causas	10%

Otros posibles criterios de clasificación son la especialidad a la que afectan (mecánicos, eléctricos, instrumentación, etc.), si dependen o no de otros fallos (dependientes, independientes), por el tiempo de existencia (estables, temporales, intermitentes), etc.

4.1.1 Análisis De Un Fallo

El mantenimiento correctivo incluye dos aspectos muy importantes como son el arreglo de un sistema que falla y la búsqueda o estudio de la causa para evitar la reaparición del defecto. Ver figura 64.

La valoración del fallo en un equipo debe permitir reunir los elementos necesarios para el conocimiento del técnico, o tecnólogo.

La asignación de un código aplicado al análisis de fallo es necesaria para evaluar la "causa de los fallos, como se aprecia en las tablas 7, 8, y 9.

Tabla 7. Código análisis de fallo.

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
0	Accidente impredecible
1	Causa intrínseca detectable
2	Causa intrínseca no detectable
3	Defecto de diseño
4	Mala intervención anterior
5	Mal manejo
6	Normas no respetadas
7	Otra causa

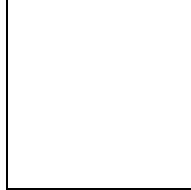
Tabla 8. Código por naturaleza.

CÓDIGO	ORIGEN
0	
1	Mecánico.
2	Eléctrico.
3	Electrónico.
4	Hidráulico.
5	Neumático
6	Óptico.

Tabla 9. Código por gravedad.

CÓDIGO	ORIGEN
0	
0	Fallo crítico
1	Fallo Mayor
2	Fallo menor

Figura 64. Análisis de fallas.



Todos los datos de fallos son extraídos de las ORDENES DE TRABAJO Correctivas del historial del equipo basándose en la relación consignada en un fichero de fallas, esta explotación se puede hacer en cuatro niveles. Análisis de un número de equipos estandarizados.

1. Análisis global de un equipo.
2. Análisis por grupo funcionales.
3. Estudio de los módulos y componentes frágiles.

Las principales formas de fallo mecánico en funcionamiento, las formas de fallo por corrosión y los fallos eléctricos en funcionamiento, son relacionadas en la figura 65.

4.1.2 Reparación De Fallos

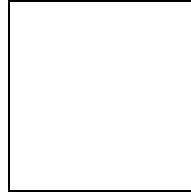
Normalmente, utilizamos la palabra reparar para cuando corregimos averías detectadas, mientras que utilizamos la de mantener para las acciones que se toman antes de aparecer la avería, con el fin de que no llegue a ocurrir.

En una reparación podemos establecer varios niveles de calidad:

- **Primer nivel:** Es el más bajo de los tres, consiste en conseguir que el equipo funcione sin entrar a determinar cual es la falla, ni las causas que la han originado. Este tipo de reparación es necesario cuando urge restablecer el servicio.
- **Segundo nivel:** En este nivel nos preguntamos cual es la causa del fallo y actuamos directamente sobre el. La reparación consistirá en actuar sobre el elemento defectuoso, cambiándolo o reparándolo. Podremos asegurar que no se repetirá el problema en un plazo de tiempo determinado aunque con un margen de error amplio. Este es el nivel de reparación más habitual.
- **Tercer nivel:** Aquí nos preguntamos además de cual es el fallo, cual es la causa que lo ha producido y actuar simultáneamente sobre su origen. La reparación consiste en eliminar el fallo y en asegurarse de que no vuelva a producirse.

El nivel de reparación que interesa es sin duda el tercero, es decir, descubrir no solo la avería producida sino también la causa que la origino. Solo de esta manera aseguramos que la reparación sea acertada y que no volverá a producirse en un tiempo determinado. Esta operación de investigación puede ser sencilla o por el contrario puede llevarnos a tener que desmontar el equipo.

Figura 65. Formas de fallo mecánico y eléctrico

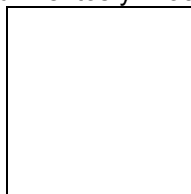


La duración de la reparación de un equipo depende de tres tipos de factores: los organizativos, los de ejecución y los de diseño.

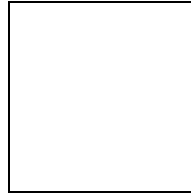
- Factores organizativos que influyen en la duración de la reparación de un equipo:
 - Dirección de la mano de obra.
 - Adiestramiento del personal.
 - Disponibilidad del personal de mantenimiento.
 - Eficiencia en la gestión de repuestos.
 - Descentralización del mantenimiento.
 - Disponibilidad de documentación sobre el equipo.
- Factores de ejecución que influyen en la duración de la reparación de un equipo:
 - Habilidad de la mano de obra.
 - Utensilios empleados.
 - Pruebas de los diferentes elementos reparados.
 - Preparación de los trabajos.
- Factores del equipo que influyen en la duración de la reparación de un equipo:
 - Complejidad del equipo.
 - Peso de sus componentes.
 - Accesibilidad de los componentes.
 - Normalización e ínter cambiabilidad de los mismos.
 - Facilidad de montaje y desmontaje.

La mayoría de estos factores pueden ser controlados y optimizados para que el tiempo de reparación sea el menos posible. El proceso de la reparación puede comenzar antes de la propia avería, siendo lo ideal que el proceso comience al mismo tiempo que la adquisición del equipo. Antes de que llegue a ocurrir un fallo,

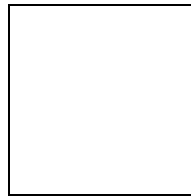
Figura 66. Ejemplo de Procedimientos y Procesos de Correctivo.



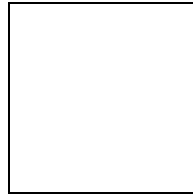
Ejemplo de Procedimientos y Procesos de Correctivo.



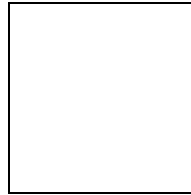
Ejemplo de Procedimientos y Procesos de Correctivo.



Ejemplo de Procedimientos y Procesos de Correctivo.



Ejemplo de Procedimientos y Procesos de Correctivo.



el personal debe ser formado para que conozca los componentes del equipo, la documentación técnica, los recambios necesarios para realizar las reparaciones más habituales, las herramientas necesarias, etc. Si se realiza todo esto, entonces el proceso de reparación tendrá una duración menor y tendrá un buen nivel de calidad.

Sin embargo, aunque todo lo indicado se realice, los fallos no ocurren de una forma programada y en un mismo momento podemos encontrarnos con un volumen de trabajo superior a la capacidad del equipo de mantenimiento, por lo que en este punto la organización y productividad son muy importantes.

En la figura 66 se encuentran un ejemplo de los procesos y procedimientos de mantenimiento correctivo.

4.2 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Anteriormente comentamos que en el mantenimiento correctivo se *cura*, con este otro tipo de mantenimiento, se previene. Con un buen plan de mantenimiento preventivo conseguiremos:

- Planificar la disponibilidad de herramientas y repuestos.
- Planificar el mantenimiento, consiguiendo una carga de trabajo equilibrada que haga innecesario tener equipos amplios de mantenimiento, optimizando la productividad de los técnicos.
- Los equipos tendrán una vida útil mas larga, y con periodos de funcionamiento mayores, dado que estarán normalmente en buen estado de funcionamiento.
- Reducir la frecuencia de las paradas.
- Efectuar labores de mantenimiento en el momento mas adecuado, tanto para el departamento de mantenimiento como para las áreas de servicio.

El mantenimiento preventivo requiere la elaboración de planes de seguimiento para cada equipo, con el fin de conocer cual debe ser la frecuencia adecuada para realizar las labores de mantenimiento. A diferencia del mantenimiento correctivo, al detectar cualquier anomalía se estudia su causa y se elabora un plan para realizar las reparaciones necesarias para solucionar esa anomalía.

Este tipo de mantenimiento puede llevarse a cabo de cuatro maneras diferentes:

- Mantenimiento en uso.

- Mantenimiento hard time.
- Mantenimiento predictivo.
- Mantenimiento Modificativo.

4.2.1 Mantenimiento De Uso

Se han detectado algunas fallas en la operación y mantenimiento de los equipos por parte del personal que los opera, debido a esto se generan órdenes de trabajo que gastan tiempo y realmente se dan por falta de instrucción al personal.

Se trata de que los operarios de los equipos se encarguen de las reparaciones sencillas, pero que si no se efectúan pueden degenerar en reparaciones más importantes. Las tareas mas frecuentes dentro de este tipo de mantenimiento serian la limpieza, verificación de calibración, cambio de consumibles etc.

El operario se encarga de observar las pequeñas anomalías que puedan surgir, evitando que sea el equipo de mantenimiento el encargado de reparar averías sencillas. De este modo, se consigue no interferir en la marcha del equipo.

Este tipo de mantenimiento requiere que los operarios sean formados para poder llevar a cabo las reparaciones, sin embargo, esto no tiene un costo muy importante, dado que debido a la sencillez de las reparaciones, la formación de los operarios no supondrá mucho tiempo.

4.2.2 Mantenimiento Hard Time

El mantenimiento hard time consiste en realizar revisiones profundas de los equipos en fechas determinadas. Se trata de dejar los equipos en perfecto estado de funcionamiento.

En el mantenimiento hard time se sustituyen piezas que aunque puedan estar funcionando perfectamente, tienen el limite de su vida útil mas o menos próximo. De este modo se pretende garantizar un perfecto funcionamiento del equipo hasta la próxima revisión.

El hecho de que las revisiones se hagan en fechas determinadas permite que las revisiones se hagan cuando mejor convenga a cada servicio y a mantenimiento. Así aumenta la disponibilidad de los equipos, además se tiene una nomina de técnicos optima, pues se conoce de antemano cual va a ser la carga de trabajo. También se pueden tener unos niveles de stock de repuestos mas bajos, ya que solo será necesario aprovisionarlos cuando se vayan a realizar las revisiones.

La realización de este tipo de mantenimiento requiere realizar previamente un estudio detallado de los equipos en el que se determine la frecuencia de las revisiones y la necesidad de instalar un contador horario o de ciclos realizados. La frecuencia óptima para la realización de las revisiones se debe situar al comienzo de la zona de envejecimiento de la curva de Davies. Si la frecuencia es mayor, pueden producirse fallos antes de la revisión y pasaríamos a realizar mantenimiento correctivo. Si la frecuencia es demasiado baja, estaremos sustituyendo elementos del equipo que todavía podrían seguir funcionando sin avería durante un tiempo. En este caso estamos perdiendo la vida residual de algunos elementos lo que supone un costo adicional al mantenimiento.

4.2.3 Mantenimiento Predictivo

En este caso, se dispondrán de ciertas variables que proporcionaran información acerca del estado de los equipos. La ventaja de este frente a otros tipos de mantenimiento preventivo consiste en que mientras que en los demás casos se obtienen los valores de las variables de cada cierto tiempo, en el mantenimiento predictivo la obtención es inmediata.

Es importante que cuando se produzca un fallo, se tome toda la información posible acerca del estado del equipo y adquirir todas las variables para posteriormente poder predecir un posible fallo. Conocer las variables del equipo permite “ante una anomalía” no solo prever la avería sino cambiar el ritmo de trabajo y así optimizar el proceso a las nuevas condiciones de trabajo.

Debido a que este mantenimiento requiere monitorizar el funcionamiento de los equipos, su costo va a ser mayor que en el resto de tipos de mantenimiento. Para algunos equipos será preciso incorporar instrumentos que monitoricen y proporcionen valores acerca de su estado, para otros equipos de alta tecnología estos sistemas vienen ya incorporados. Las variables a muestrear pueden ser presión, voltaje, corriente, temperatura, ruido, luz, etc.

4.2.4 Mantenimiento Modificativo

Se trata de modificar las características de los equipos para lograr una mayor fiabilidad de los mismos. A lo largo de la vida de un equipo puede aparecer este mantenimiento en tres momentos diferentes:

- **En la fase de adquisición del equipo.** Los equipos estándar, en ocasiones, necesitan ser adaptados a las necesidades propias de la instalación. Una instalación que tenga durante su diseño un análisis desde el punto de vista de mantenimiento, evitara problemas posteriores que, en ocasiones, pueden ser difíciles de solucionar.

- **Durante la vida útil.** Se trata de modificar los equipos para eliminar las causas mas frecuentes que producen fallos. Se analizan las causas de las averías, lo cual permite la eliminación total de ciertos fallos. Los fabricantes generan periódicamente reportes de mantenimiento donde especifican fallas de funcionamiento progresivas, errores de diseño, etc. y proporcionan los procedimientos y el hardware necesario para corregirlos.
- **Durante la época de vejez.** En esta fase se intenta reconstruir el equipo para prolongar su utilización más allá de su vida útil. En este momento se aprovecha para introducir todas las mejores posibles, incluyendo las actualizaciones disponibles en Hardware y Software por parte del fabricante.

4.2.5 Rutinas Y Procedimientos De Mantenimiento Preventivo

Estas hacen parte de los objetivos del programa de mantenimiento preventivo con las metas y resultados esperados, reflejan la importancia de la realización de estas rutinas. Ver Figura 67.

- **Operadores de equipos:**

Es importante la participación del operador por medio de la rutina diaria, es quien esta presente a diario con el equipo y conoce bien las condiciones normales de funcionamiento, se tiene que establecer una interrelación con el departamento de mantenimiento para una participación integral en el programa de mantenimiento preventivo.

- **Personal del programa:**

Se definirá el personal que hace parte del programa de mantenimiento preventivo con los formatos y tiempos establecidos para realizar estas rutinas.

- **Periodicidad y detalles de las rutinas:**

Debe estar claramente establecido los tiempos de ejecución junto con las actividades que se deben desarrollar. Ver Figura 67.

- **Funciones de participación del personal:**

Es necesario definir actividades para el personal que será quien ejecute los programas y rutinas. Las funciones que se deben desarrollar son:

- Descripción y requisitos de cargos: Se indicaran las características y requisitos mínimos orientados al aspecto técnico como son: Nivel académico, especialidad, experiencia, edad, etc. Se debe establecer la jerarquía dentro del programa a nivel personal e institucional para que quede claro su cargo, de quien recibe órdenes, a quien o a quienes supervisara, a quien remite informes.

- Cobertura del programa: Se determinara el número de equipos, instalaciones, tiempo de entrega de informes, inventario de equipamiento, componentes de las instalaciones, características técnicas, ubicación física, etc. para calcular las cargas de trabajo. Ver Figura 67.

- **Procedimientos de mantenimiento Preventivo**

Para las diversas técnicas de gestión que pueden contribuir a incrementar la eficiencia del área de mantenimiento, es fundamental estudiar los métodos y organización de los trabajos. La idea es registrar y analizar las formas establecidas y propuestas para realizar un trabajo, desarrollando métodos más simples y efectivos. De esta manera los procedimientos pueden se aplicados al mantenimiento con los siguientes objetivos:

- Mejorar la Documentación existente.
- Sistematizar los trabajos.
- Mejorar la organización y la planificación.

El procedimiento estándar, consiste en una sistematización del proceso lógico para cualquier investigación, y bajo el cual se elaboran todos los procedimientos de mantenimiento preventivo y aglutina los recursos interrelacionados que deben contemplarse para cumplir con estas acciones de mantenimiento. Ver Figura 68.

4.3 INSPECCIÓN Y COMPROBACIÓN DE TRABAJOS DE MANTENIMIENTO TERMINADOS

“Comprende las verificaciones y análisis de rutinas, normas, y procedimientos a ser revisados, es la recepción y entrega del equipo luego del servicio de mantenimiento”⁴

⁴ TAMAYO, Carlos. Organización del Mantenimiento. Bogotá: Universidad Industrial del Santander, 2000.

Figura 67. Programa anual de Mantenimiento.

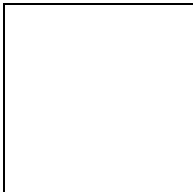
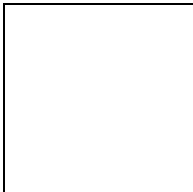
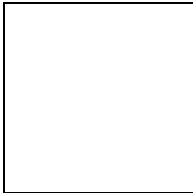
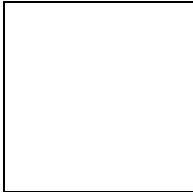
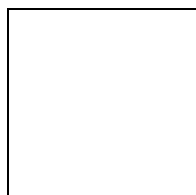
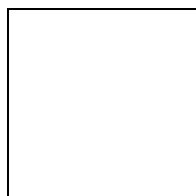
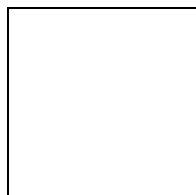
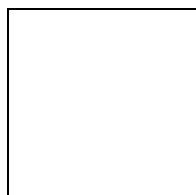
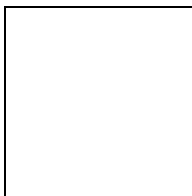
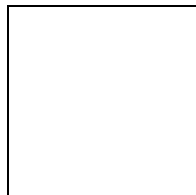
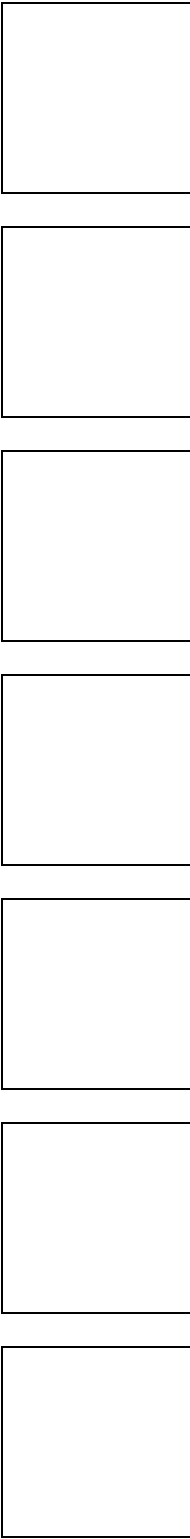


Figura 68. Ejemplo procedimiento: Mantenimiento láser de Argon.





El objetivo principal de las inspecciones es de comprobar la ejecución de los programas de trabajo y detectar las desviaciones de los mismos. Sus funciones son:

- Verificar la disponibilidad de los materiales, tecnológicos, humanos y el aprovechamiento de estos tiempos previstos.
- Verificar que la operación de las instalaciones, áreas técnicas, administrativas y equipos sean seguras y ofrezcan el máximo de eficiencia, eficacia, y funcionalidad.

Los resultados de estas inspecciones arrojarán: Los listados de necesidades, de trabajos no realizados, de prioridades de trabajos, etc., esto se consigue con el trabajo conjunto entre el jefe y el personal técnico-administrativo del departamento de mantenimiento. Algunas clases de inspecciones se describen a continuación para establecer dentro del programa.

- **Inspección Ambiental:** se efectúa la inspección de áreas, de instalaciones, condiciones físicas, tomas eléctricas, aire, vapor, oxígeno, agua, etc.
- **Inspección visual:** Con el fin de anotar la ausencia o deterioro de componentes y elementos del equipo.
- **Pruebas de Operación:** Estas deben ser de funcionamiento y operación por parte del personal que maneja el equipo y tienen que satisfacer todas las dadas por el fabricante.
- **Pruebas de Seguridad:** Se deben efectuar a cada equipo verificando alarmas, fusibles, válvulas, frenos, etc.

Las inspecciones se pueden clasificar de la siguiente forma:

- **Inspección Horaria:** Revisión general del equipo con una guía de inspección después de un número de horas de funcionamiento.
- **Inspección Periódica:** Revisión general del equipo, de acuerdo con la guía de inspección después de un determinado número de semanas o meses.
- **Inspección De Recibido:** Revisión visual del estado del equipo, verificando la documentación técnica, la comprobación del inventario y accesorios.
- **Inspección De Entrada:** Revisión antes de ser sometido a trabajos de mantenimiento.
- **Inspección De Aceptación:** Comprobación final del estado general de un equipo después de ejecutado los trabajos de mantenimiento.

4.4 NIVELES DE MANTENIMIENTO

Clase de mantenimiento asignado a una unidad de acuerdo con el tipo de equipos y responsabilidad del departamento.

- **Primer nivel.**

Trabajos menores que deben ser realizados por el personal de operarios de los equipos de la institución, evitándose así que tenga que ser enviado al departamento de Mantenimiento, lo cual causaría la paralización del equipo, y en esta forma asegurar la continuidad del servicio.

- **Segundo nivel.**

Incluye generalmente inspecciones horarias y periódicas para el mantenimiento preventivo y trabajos de mantenimiento correctivo a cargo del departamento de soporte de la institución, o trabajos de alguna importancia que no pueden ser realizados por carencia de recursos humanos o físicos.

- **Tercer nivel.**

Reparaciones mayores que deben ser ejecutadas por el personal de una central de mantenimiento externa, que requieren alta tecnología y equipo especializado.

4.5 MÉTODOS PARA REALIZAR EL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

Para efectos de diseño de los programas de mantenimiento en la institución se deben fijar algunos métodos y procedimientos, ya que la cantidad de trabajos a realizar es grande, compleja y el personal es reducido para que las ejecute.

4.5.1 Mantenimiento Por Sectores

Cada Sector de la institución realiza actividades básicas de su propio sector, podemos establecer responsabilidades y responsables de las actividades para la evaluación de las mismas. El personal se sentirá con la preocupación, responsabilidad de realizar estas actividades básicas; el tiempo de ocio será menor, la programación, rotación, las actividades que no eran de su aprecio hacen parte de sus actividades diarias y los servicios son más funcionales.

4.5.2 Mantenimiento Interno

El técnico o tecnólogo si conoce bien sus actividades realizara un trabajo especializado de calidad, con las instrucciones de ejecución de sus labores, con el tiempo será un especialista en el área y se vera hacia el futuro los beneficios. El jefe de mantenimiento no dejara que estas actividades sé conviertan en

monótonas y enseñara a resolver el problema de raíz analizando con diagramas a bloques la posible falla, así el personal sentirá que su labor fue mas allá de la reparación y crecerá su satisfacción a nivel profesional. La mejor utilización de herramientas con el tiempo brindara los frutos de eficacia, eficiencia, y bioseguridad.

4.5.3 Mantenimiento Externo O Contratado

En la actualidad, la mayor parte de los grandes hospitales utiliza personal interno para gestionar el mantenimiento y las reparaciones de sus equipos médicos. Son normalmente las instituciones más pequeñas las que, si no pueden contratar a su propio personal técnico, traspasan la responsabilidad del servicio de mantenimiento a una compañía externa.

Además de los propios fabricantes de los equipos, existen otros suministradores de estos servicios, como son las organizaciones independientes de Servicio de Asistencia Técnica o las compañías aseguradoras de equipos electrónicos, que ofrecen el servicio de mantenimiento conjuntamente para equipos médicos de distintos fabricantes.

- **Gestión del mantenimiento externo.**

En el caso del mantenimiento externo para equipos de biomedicina, se pueden optimizar las actuaciones de este servicio con vistas a aumentar su eficiencia y calidad. En ocasiones puede convertirse en una opción atractiva si se quiere reducir costos y hacer menos compleja la organización de los recursos humanos del departamento de mantenimiento.

El equipamiento biomédico es uno de los activos más valiosos de la institución. Si se quiere minimizar cualquier riesgo, se ha de estar seguro de dar con un proveedor que esté cualificado para llevar a cabo el mantenimiento externo del equipo instalado.

- **Relación con el proveedor:** Los equipos biomédicos necesitan de una atención periódica y constante. De ahí que haya que asegurarse de que el proveedor nos esté ofreciendo una solución integral a largo plazo.
- **Responsabilidad y normativa legal:** Siempre se habrán de aplicar las distintas normativas que existen sobre el mantenimiento de los equipos biomédicos. ¿Está el suministrador del servicio realmente cualificado para cumplir con estos requisitos legales?
- **Mantenimiento preventivo y seguridad:** ¿Será capaz el suministrador de cumplir el servicio con todos los requerimientos técnicos?

- **Disponibilidad del equipo biomédico:** Además de la seguridad, el objetivo más importante del mantenimiento técnico de los equipos biomédicos es lograr el máximo tiempo de funcionamiento. ¿Garantiza el suministrador del servicio un tiempo óptimo de funcionamiento?
- **Organización de la actuación del servicio de asistencia técnica:** ¿Cómo va a organizar el proveedor la asistencia técnica? ¿Será el propio personal de la compañía suministradora del equipo la que se encargue de prestar el servicio de mantenimiento externo o el fabricante tendrá subcontratado este servicio? ¿Se encargará en lo sucesivo el proveedor del mantenimiento externo o se ha llegado a un acuerdo de tipo temporal o material que pueda llevar asociado algún tipo de riesgo financiero para la institución?
- **Cooperación con el personal interno:** ¿Cómo será la cooperación entre el proveedor y el personal interno de la institución? ¿Intervendrán los técnicos del Servicio en las operaciones del mantenimiento externo? ¿Previamente se les habrá adiestrado? ¿Serán compensados por su participación?
- **Toma de decisión sobre la necesidad de reemplazar un equipo:** Tarde o temprano los dispositivos biomédicos se quedan obsoletos y han de ser reemplazados. En el momento de realizarse la nueva inversión, se ha de estar seguro de que se sigue manteniendo el control sobre las decisiones de recompra ¿se ha de devolver el antiguo equipo al comprar el nuevo? ¿cuál es la participación del suministrador del mantenimiento externo en esta operación?

- **Prestación del servicio del mantenimiento externo.**

La prestación del servicio del mantenimiento externo debe cumplir con cada una de las siguientes consideraciones:

- **Seguridad y fiabilidad desde el principio:** Ya desde el proceso de diseño del equipo, el fabricante se encarga de establecer todos los requisitos técnicos necesarios para realizar los trabajos de mantenimiento y reparación del sistema de la manera más eficiente posible. Al mismo tiempo, la organización del mantenimiento externo ha de estar preparada para prestar un servicio técnico eficaz, técnicos bien preparados, repuestos en stock, especialistas que atiendan el servicio de atención telefónica, etc. Ha de haber una perfecta coordinación entre la producción y el servicio técnico del fabricante para que pueda ejercerse una vigilancia efectiva y eficaz desde el primer momento.
- **Disponibilidad y calificación del personal:** El entrenamiento en este caso abarcará tanto las aplicaciones y aspectos técnicos del equipo como la legislación y normativa vigentes. Es también importante que exista un

intercambio de conocimientos a nivel mundial entre los técnicos y que se pueda acceder a la base de conocimientos de los fabricantes de equipos. Es de vital importancia que los técnicos, aparte de su calificación técnica, estén disponibles. Esta disponibilidad de los técnicos puede garantizarse mediante un buen control de las llamadas telefónicas y una buena planificación de la capacidad del servicio de asistencia técnica, para lograr así el tiempo de reacción más corto posible desde que se recibe la llamada.

- **Herramientas especiales y software del servicio técnico:** Para realizar el mantenimiento y las reparaciones de los equipos biomédicos hacen falta herramientas especiales y equipos de medición. Si la asistencia técnica la presta el fabricante, se asegura que sólo se utilizan las herramientas, los equipos de medición y los esquemas originales. Además, para el mantenimiento y ajuste de los sistemas modernos se necesitan de programas de software especiales para el servicio técnico. Las herramientas básicas se suministran con el sistema, pero las herramientas más sofisticadas pueden ser propiedad del fabricante. En este caso, sólo el fabricante tiene acceso a la documentación necesaria y a los programas fuente y puede desarrollar el software técnico necesario para verificar el sistema y proceder a un diagnóstico rápido y fiable de los fallos.
- **Soporte y Apoyo centralizado:** En los casos más complicados incluso los técnicos del fabricante pueden necesitar el apoyo de especialistas. La mayoría de los fabricantes cuentan con centros de apoyo, con expertos a disposición de los técnicos las 24 horas.
- **Enlace a distancia:** Cada vez son más los productos biomédicos equipados con el instrumental necesario para realizar un diagnóstico a distancia a través de la conexión directa del sistema con el centro de apoyo. De esta forma, una vez que se detecta el fallo, se puede proceder a su reparación antes de que el sistema falle. Los especialistas del centro de apoyo pueden ayudar de un modo efectivo a los técnicos del mantenimiento externo mediante la transmisión de los protocolos de error e imágenes del sistema. Esta conexión que permite la transferencia de datos se puede utilizar también para proporcionar información sobre el funcionamiento del equipo.
- **Piezas de repuesto originales del fabricante:** Todos los componentes de los equipos biomédicos han de ser de máxima calidad y han de ajustarse perfectamente unos con otros. Las piezas de repuesto certificadas por el fabricante están siendo continuamente revisadas y cumplen estrictamente con los mismos requisitos que las piezas originales. En lo que concierne a los sistemas de alta calidad, estas piezas de repuesto deben ser instaladas y ajustadas por personal adiestrado. Sólo así se podrán garantizar las piezas que se reemplazan y el funcionamiento seguro y fiable del equipo una vez que se ha realizado el mantenimiento o la reparación.

- **Actualizaciones y mejoras:** La eficiencia y seguridad de los sistemas biomédicos han de ser continuamente mejoradas mediante una constante investigación y desarrollo. Cada vez se amplían más las funciones de las aplicaciones médicas. El sistema se irá renovando para ir adaptándose a los nuevos avances a través de las actualizaciones y mejoras que introduce el fabricante, lo que le permite a este último invertir en su propio futuro.
- **Formación del cliente:** Aparte de la formación inicial, los fabricantes proporcionan cursos de formación continuada y especializada a sus clientes. Con una formación técnica apropiada, el propio personal interno de la institución puede llevar a cabo el mantenimiento básico de los equipos y también cooperar de manera eficaz con los técnicos del fabricante. Además de la formación técnica, se imparten clases de aplicaciones médicas para sacar el mayor rendimiento de las posibilidades de estos sistemas médicos de alta calidad.
- **Paquetes flexibles del mantenimiento externo:** Para aprovechar al máximo el tiempo de funcionamiento de los equipos, los fabricantes ofrecen la posibilidad de adquirir paquetes flexibles de servicio de asistencia técnica que se adaptan a las especificaciones de los equipos y a las necesidades particulares de cada cliente. Incluso si un tercero se encargara de la prestación del servicio técnico, es conveniente que el contrato que se firme se adapte específicamente al sistema biomédico en cuestión. Sólo si se tiene acceso a los recursos del fabricante, se podrá garantizar la máxima calidad y el mayor tiempo de funcionamiento de los equipos biomédicos de alta calidad.

Se ha de evaluar cuidadosamente si la prestación del servicio técnico se garantiza mediante un contrato en el que se especifica el tiempo de respuesta y los repuestos que incluye.

- **Algunas ventajas del mantenimiento contratado:**

No va a existir inversión del personal, herramienta, equipo especializado en calibración de este equipo, manejo de personal, etc.

- **Algunas desventajas del mantenimiento contratado:**

El reconocimiento de la calidad, costos, cumplimientos, las precauciones que se deben tener con las firmas para la elaboración del contrato, la ayuda del asesor jurídico de la institución para que se cumpla las cláusulas estipuladas, términos de referencia para el desarrollo del trabajo en forma clara y detallada, etc.

- **Supervisión y análisis de los contratos.**

El jefe de mantenimiento es responsable directo de la supervisión de los contratos del departamento, de acuerdo con la programación de los trabajos establecerá inspecciones durante la ejecución de los mismos, tomara nota y hará las observaciones pertinentes. Para cualquier aclaración respecto al contrato es necesario se asesore del profesional jurídico de la institución, al no tener muy claro los conceptos de terminología contractual.

- Se debe tener un control estricto de los contratos y a la mano cuando estos se requieran por parte de las directivas.
- Se debe exigir por escrito todo lo realizado por la firma representante del trabajo ejecutado con las pruebas de calibración, seguridad y con impresión de estas cuando los equipos arrojen estas calibraciones.
- Todo esto se anexara a la hoja de vida del equipo y servirá como prueba ante las entidades reguladoras de control o personal paramédico, en caso que surja un reclamo. Verificar si los conceptos del contrato esta dentro de las especificaciones establecidas por el departamento de mantenimiento.
- Verificar si las cantidades de obra son las requeridas para resolver el problema específico, analizar los costos de los elementos constitutivos del contrato, calidad de los materiales, repuestos y verificar que cumplan con las especificaciones del fabricante.
- Comprobar que los plazos de entrega se encuentren dentro de los límites establecidos. Hacer cumplir las garantías sobre el correcto funcionamiento y estabilidad de las obras, instalaciones, y equipos de la institución.

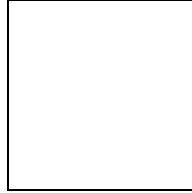
Ante el vencimiento de cada contrato, debe realizar la evaluación final del contrato, para que con ello, dependiendo de su resultado, se tenga en cuenta o no para invitar a cotizar al contratista en un nuevo proceso de contratación.

En la figura 69 se muestra, el formato para la evaluación periódica por parte del jefe de mantenimiento (interventor) al contratista.

4.6 GESTIÓN DE CALIDAD APLICADO AL ÁREA MANTENIMIENTO

La **Gestión de la Calidad** de Servicio es imperativo y un activo a cultivar. Para ello trabajaremos en la interpretación y análisis de los resultados y de los indicadores de satisfacción del usuario, a partir de los cuales se implantarán mejoras y ajustes, en un proceso de **seguimiento y mejora continua**. Ver Figura 70.

Figura 69. Evaluación de contratos de mantenimiento externo.

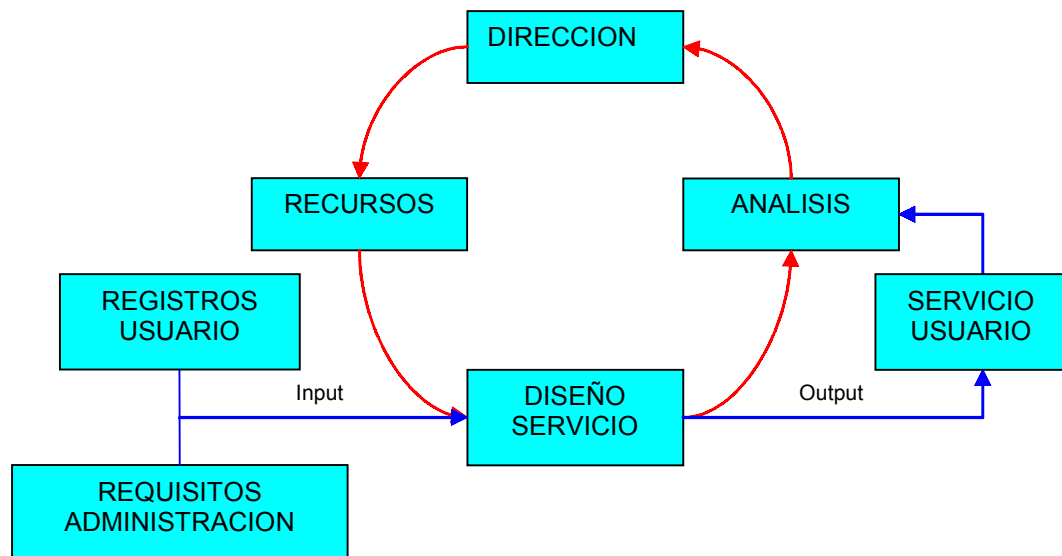


“No importa cual sea el área de estudio, el mejoramiento esta circunscrito a la respuesta a las tres preguntas fundamentales: Que cambiar?, Hacia que cambiar?, Como inducir el cambio?”⁵.

Cabe destacar la creciente introducción del concepto de calidad popularizado por las normas ISO y la creciente importancia que se da en ellas a la **satisfacción del usuario**. La ISO 9001 de reciente publicación es una síntesis de estas normas de calidad.

El enfoque para hacer control de calidad en el Mantenimiento dentro de una institución de salud debe hacerse en dos puntos:

Figura 70. Mejoramiento continuo.



- Establecimiento de políticas de calidad.

⁵ FERNÁNDEZ, Alejandro. Desarrollo de Habilidades Gerenciales. Bogotá: Universidad Industrial del Santander, 2000.

- Planteamiento de objetivos de calidad.

4.6.1 Establecimiento De Políticas De Calidad

Teniendo en cuenta la definición de calidad como la satisfacción permanente de las necesidades y expectativas de los usuarios, clientes y consumidores de una empresa, se requiere de la fijación de políticas de calidad como los principios generales establecidos por la alta gerencia.

Aspectos más importantes:

- Establecimiento de la calidad como proceso o estrategia.
- Mejora de los niveles de competitividad en el mercado, brindando un servicio de calidad.
- Establecimiento del manejo de la calidad como control.
- Capacitación y adiestramiento permanente en la organización.
- Control estadístico de los procesos.

Teniendo en cuenta los anteriores aspectos, se determina el control de calidad en el mantenimiento de los equipos biomédicos como una estrategia que permite incrementar los niveles de productividad de los equipos, mejorar su confiabilidad, aumentar la satisfacción a los usuarios, optimizar la utilización de insumos y elementos, mejorar productividad del departamento haciendo crecer el servicio y la institución en general.

El control de calidad en el departamento de mantenimiento es responsabilidad de los empleados del área. Además la capacitación y adiestramiento de personal es punto importante en la participación de los círculos de calidad, por cuanto contribuyen al mejoramiento continuo.

4.6.2 Planteamiento De Objetivos De Calidad

Se define objetivo a metas específicas, alcanzables definidas y cuantificables, hacia las cuales se debe encaminar acciones dentro del departamento de Mantenimiento.

- Mejora del rendimiento de equipos.
- Reducir el tiempo de respuesta.

- Aumentar los índices de rendimiento.
- Analizar y corregir fallas del proceso.
- Manejo de estadísticas por unidad de tiempo.

5. CONTROL DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

5.1 DISTRIBUCIÓN DE TIEMPOS, FIABILIDAD Y DISPONIBILIDAD

Para un determinado equipo o máquina, podemos observar diversos estados de funcionamiento, cada uno de los cuáles ocupa un período de tiempo. Estos períodos de tiempo se pueden observar en la tabla 10:

Tabla 10. Periodo de tiempos de funcionamiento de un equipo.

PERIODO DE TIEMPO		DESCRIPCIÓN
1	Tiempo total, <i>TT</i>	Intervalo de tiempo seleccionado para realizar el estudio.
2	Tiempo requerido, <i>TR</i>	Período del tiempo total en el que se tiene la intención de producir con el equipo.
3	Tiempo de disponibilidad, <i>TD</i>	Parte del tiempo requerido en el que el equipo se encuentra en disposición de producir.
4	Tiempo de funcionamiento, <i>TF</i>	Porción del tiempo de disponibilidad que realmente se destina a producir.
5	Tiempo de buen funcionamiento, <i>TFB</i>	Tiempo en el que el equipo cumple las condiciones especificadas de funcionamiento.
6	Tiempo de funcionamiento degradado, <i>TFD</i>	Tiempo en el que el equipo está produciendo pero que aparecen degradaciones o fallos que no cumplen las condiciones de buen funcionamiento.
7	Tiempo de no funcionamiento, <i>TNF</i>	Tiempo en el que el equipo está disponible para producir, pero causas externas se lo impiden: falta de materia prima, de personal, etc.
8	Tiempo de no disponibilidad, <i>TND</i>	Tiempo en el que se desea producir pero está impedido por alguna causa imputable al equipo.

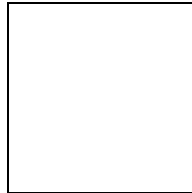
9	<i>Tiempo de parada por avería, TA</i>	Tiempo que el equipo está parado por una avería.
10	<i>Tiempo de no detección de avería, TNDA</i>	Tiempo entre que se produce la avería y se detecta.
11	<i>Tiempo de preparación de la instalación, TPI</i>	Tiempo que se invierte en preparar la instalación o equipo para poder repararlo.
12	<i>Tiempo de espera a mantenimiento, TEM</i>	Tiempo desde que la instalación está preparada hasta que mantenimiento puede hacerse cargo.
13	<i>Tiempo de actuación para reparación, TAR</i>	Tiempo para eliminar la avería.
14	<i>Tiempo de mantenimiento activo, TAR</i>	Tiempo que emplea mantenimiento para la reparación.
15	<i>Tiempo aprovisionamiento material, TAM</i>	Tiempo destinado al aprovisionamiento de las piezas de recambio.
16	<i>Tiempo de aprovisionamiento de utillaje, TAU</i>	Tiempo para aprovisionarse de los utillajes específicos para la reparación (herramientas, medios de transporte, etc.).
17	<i>Tiempo de diagnóstico, TDIA</i>	Tiempo empleado en diagnosticar la avería, las causas que la originaron y la manera de solucionarla.
18	<i>Tiempo de reparación, TREP</i>	Tiempo invertido en realizar la reparación especificada.
19	<i>Tiempo de puesta en servicio, TPS</i>	Tiempo destinado al montaje, verificación de la reparación y reglajes.
20	<i>Tiempo de parada por mantenimiento, TM</i>	Tiempo que se emplea para aplicar mantenimiento preventivo y que precisa tener el equipo parado.
21	<i>Tiempo de parada funcional, TOP</i>	Tiempo que obliga al equipo a estar parado por causas ajenas a las averías pero implicadas a la máquina.
22	<i>Tiempo no requerido,</i>	Tiempo en el que se establece no utilizar la instalación para producir (vacaciones, fuera de la jornada de

	<i>TNR</i>	trabajo, etc.).
23	<i>Tiempo de disponibilidad potencial, TDP</i>	Período de tiempo que la máquina está disponible pero no es requerida.
24	<i>Tiempo de parada, TPAR</i>	Período en que la máquina no es requerida ni está disponible.

Gráficamente podríamos ver todos estos intervalos de tiempo en la figura 71.

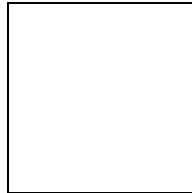
La fiabilidad, el funcionamiento de un equipo pueden ser evaluados con las variables que vamos a ver a continuación.

- *Tiempo medio de funcionamiento (TMF):*

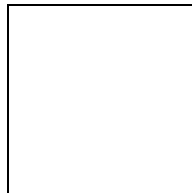


TMF nos indica el tiempo medio de funcionamiento entre paradas producidas por fallos, cambio de repuestos, etc.

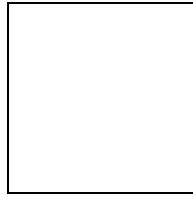
Figura 71. Periodo de tiempos de funcionamiento de un equipo.



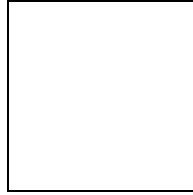
- *Tiempo medio entre averías (TMFA):*



- *Tiempo medio de reparación (TMR):*

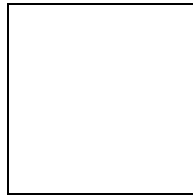


- *Disponibilidad media (DM):*



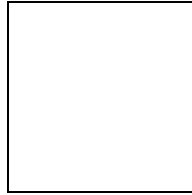
DM relaciona el tiempo que realmente utilizamos el equipo con el tiempo que el equipo debería utilizarse. DM combina el concepto de *fiabilidad* y el de *mantenibilidad*.

- *Disponibilidad intrínseca (DI):*



La disponibilidad intrínseca relaciona el tiempo de funcionamiento y el tiempo de paradas por causas asociadas directamente al equipo.

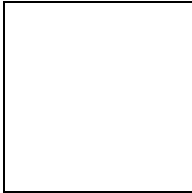
- *Disponibilidad operacional (DO):*



DO relaciona el tiempo de funcionamiento y el que se emplea en las reparaciones. Indica la eficiencia del departamento de mantenimiento.

Gracias a estos parámetros podemos conocer la causa por la cuál una máquina o equipo puede tener una baja disponibilidad. Ver figura 72.

Figura 72. Fiabilidad y disponibilidad



5.2 ÍNDICES, CONTROLES E INFORMES DE GESTIÓN ADMINISTRATIVA.

Para medir el desempeño del servicio de mantenimiento, ya sea en calidad, productividad, costo, etc. se necesita tener indicadores, que se abastecen de su insumo fundamental que es el registro y cuantificación de las OT. Los índices utilizados deben reflejar objetivamente los efectos resultantes de las acciones, planes, políticas y ejecuciones realizadas, deben mostrar la evolución del problema en el tiempo e indicar las medidas apropiadas para un seguimiento eficaz de mantenimiento.

Resumiendo, la dirección de mantenimiento continuamente busca indicadores eficaces que le permitan medir el desempeño y reflejen los esfuerzos hechos para controlarlo y mejorarlo. Es por esta razón que se desarrollan los índices como una relación de factores que inciden en los costos de operación de los procesos.

En general los índices tienen varias funciones:

- Ilustrar tendencias de comportamiento del mantenimiento, de acuerdo a las estrategias adoptadas.
 1. Cumplimiento del mantenimiento preventivo.
 2. Mantenimiento correctivo de los equipos.
 3. Novedades reportadas a los equipos.

4. Mantenimiento externo (interventoría).

5. Costos generados como mano de obra, repuestos, fletes, etc.

- Mostrar la posición relativa respecto de un punto de referencia, para los diferentes factores, basándose en los datos históricos de los procesos.
- Servir como meta para cambiar la forma de ejecución y planificación.

En las figura 73 y 74, resumimos los datos e índices necesarios para la gestión del mantenimiento. Algunos de estos índices pueden evaluarse de acuerdo a diferentes parámetros:

- Por equipo
- Por contratista
- Por tipo de mantenimiento
- Por áreas
- Por oficios.
- Etc.

Figura 73. Datos de mantenimiento e indicadores

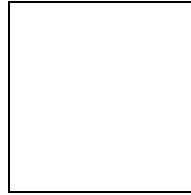
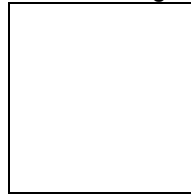


Figura 74. Indicadores de gestión.



5.3 INDICADORES DEL ALMACÉN DE REPUESTOS.

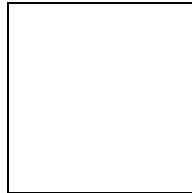
Los stocks dependen de las características de los repuestos. Consideramos en este punto cuatro grupos:

- **Repuestos de Seguridad.** Son críticos para el funcionamiento de la institución.
- **Repuestos de Consumo.** Se trata de recambios comunes a muchos equipos como tornillos, fusibles, correas de transmisión, etc.
- **Repuestos específicos.** Son recambios específicos a un equipo.
- **Material Obsoleto.** Piezas pertenecientes a equipos antiguos fuera de servicio.

En el caso de los recambios de consumo y específicos, la gestión del stock vendrá determinada por:

- El inmovilizado de almacén.
- La calidad de servicio.
- El índice de rotación.

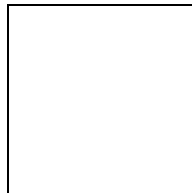
El inmovilizado de almacén es el siguiente cociente:



Siendo **IA** el inmovilizado del almacén de repuestos, e **II** el inmovilizado de la instalación a mantener.

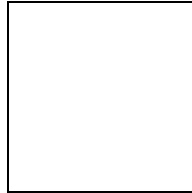
El inmovilizado de almacén puede reducirse fijando los stocks de los repuestos y eliminando el material obsoleto.

La calidad de servicio es el siguiente cociente:



Siendo **RS** la cantidad de repuestos servidos, mientras que **RD** es el número de repuestos demandados. El valor óptimo para este parámetro es el 96%

Por último, el índice de rotación en un período se puede definir así:

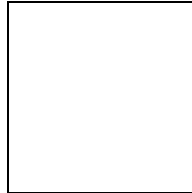


Siendo **S**, las salidas del almacén, **E** el valor medio del stock en el período y **n** el número de meses del período.

Se considera que el valor de rotación tiene un valor normal cuando se sitúa en torno a 1,25. Si se obtienen valores superiores, entonces se estará optimizando la gestión del stock, mientras que valores inferiores indican que existe un número excesivo de unidades de repuesto en el almacén.

Estos indicadores y otros a tener en cuenta se enumeran en la figura 75.

Figura 75. Índices de almacén



6. CONCLUSIONES

- La manera como se desarrollo este documento , de mostrar de una forma sencilla , los aspectos mínimos pero fundamentales que se deben tener en cuenta para la creación de un Área de Apoyó Tecnológico Hospitalario , le permite a cualquier centro Hospitalario su implementación , ya que la gran mayoría de los tópicos expuestos son el diario acontecer de las áreas de Mantenimiento, las cuales se ven envuelto en la rutina del día a día , y no les permite realizar una planeación de las necesidades del servicio .
- La utilización de los formatos expuestos en el documento, permite al área de mantenimiento, llevar una mejor gestión de sus funciones, ya que le sirven de soporte, ayuda y referencia, ante comparaciones en periodos futuros, dándoles criterios de evaluación en las tomas de decisiones que tienen que ver con el área.
- La gestión de mantenimiento debe involucrar las funciones dentro de un marco de desarrollo de calidad, oportunidad. efectividad y productividad, y dentro de este proceso, el jefe de mantenimiento de un hospital o entidad prestadora de salud debe ser un líder capaz de asegurar el concurso de todos los niveles jerárquicos involucrados con su gestión. Debe resolver problemas y explorar oportunidades, aprovechando los recursos interdisciplinarios de las diferentes áreas de su organización, manejando un eficiente sistema de información que le permita un ágil proceso de recolección de datos, fuente de sus continuos análisis y evaluación de tendencias para la toma de decisiones.
- Dentro del nuevo enfoque de las instituciones prestadoras de salud, en la que se han visto abocados los hospitales hoy en día, las funciones de los servicios de Ingeniería y Mantenimiento han tomado una importancia preponderante propiciando un cambio de mentalidad y enfoque que requiere de decisiones rápidas a los problemas de falta de repuestos, falta de recurso humano capacitado, falta de recursos tecnológicos y económicos, falta de oportunidad en los servicios de apoyo a los procesos generados por la ausencia de información operativa etc., y que empiezan a ser solucionados gracias al aporte de la Ingeniería Hospitalaria que permite adelantar un diseño conceptual óptimo con un dominio del entorno y la definición precisa de las necesidades, limitaciones y objetivos del sistema de mantenimiento a desarrollar.

- Realzar el servicio de mantenimiento es un logro positivo para las instituciones prestadoras de servicios de salud, en el sentido de poder establecer de una manera congruente el alcance de sus objetivos, en aras de brindar una cobertura apropiada a los equipos biomédicos, mediante una gestión de planeación y calidad, garantizando reducir costos en la medida que se racionalizan los recursos disponibles.
- Enmarcar la infraestructura dentro de la normalización vigente, permite poder establecer con claridad las actividades a desarrollar con la finalidad de mantenerla en óptimas condiciones, garantizando reducir drásticamente el deterioro de las mismas.
- Los modelos propuestos para optimizar la gestión de mantenimiento, son constantemente retroalimentados con el apoyo del personal del área, altamente comprometidos con el programa en proceso.

BIBLIOGRAFÍA

BAUSCH & LOMB. <http://WWW.bausch.com>.

BOTERO, Ernesto. Mantenimiento Preventivo. Bogotá: Universidad Industrial del Santander, 2000.

ECRI, Emergency Care research Institute. Health Devices Inspection And Preventive Maintenance System, procedure/checklist. Tercera edición. Houston: Emergency Care research Institute, 1995.

FERNÁNDEZ, Alejandro. Desarrollo de Habilidades Gerenciales. Bogotá: Universidad Industrial del Santander, 2000.

GÓMEZ, Rafael. Administración y estilos Gerenciales. Bogotá: Universidad Industrial del Santander, 2000.

GONZÁLEZ, Caicedo Orlando. El mantenimiento hospitalario en Colombia. Bogotá: Publicación Año De La Ciencia Y La Tecnología. 1988-1999.

HOWARD FINLEY CORPORATION, Principios Operacionales de Mantenimiento. Houston: Howard Finley Corporation, 1998.

HUMPHREY SYSTEMS- <http://WWW.humphrey.com>.

LOGROS, revista. Boletín Informativo del Centro de Gestión Hospitalaria, números 16,14, 9, 8 y 13 de Mayo y Junio, Enero y Febrero, Marzo y Abril, Noviembre y Diciembre de 1995.

MALOGON, Gustavo, Administración hospitalaria, Bogotá: 1996

MENESES, Jorge. Informática Básica. Bogotá: Universidad Industrial del Santander, 2000.

MINISTERIO DE SALUD. Dirección de Desarrollo Científico y Tecnológico. Manual de Adquisición de tecnología Biomédica. Tomo 1 y 2. Bogotá: Ministerio De Salud, 1997.

MINISTERIO DE SALUD. Fondo Nacional Hospitalario. Como Organizar el Mantenimiento en el Hospital. Bogotá: Ministerio De Salud, 1988.

MINISTERIO DE SALUD. Superintendencia Nacional de Salud. Dirección General para el control del sistema de Calidad. Instrucciones y Procedimientos para Adelantar un Programa de gestión de Equipos biomédicos en el interior de las Instituciones Prestadoras de Salud. Bogotá: Ministerio De Salud, 1998.

PARADIGM-MEDICAL INC: <http://WWW.paradigm-medical.com>.

PÉREZ, Carlos Mario. Análisis Sistemático del Mantenimiento v su Administración. Bogotá: VII Jornadas Nacionales de Mantenimiento, 1988.

PÉREZ, Edilberto. Gerencia de Recursos Humanos. Bogotá: Universidad Industrial del Santander, 2000.

PÉREZ, Mario, Administración del Mantenimiento, Bogotá. 1996.

PRADILLA, Humberto. Innovación y Reconversión tecnológica. Bogotá: Universidad Industrial del Santander, 2000.

RUEDA, Gustavo. Principios de Mantenimiento Tomo 1 y 2. Bogotá: Universidad Industrial del Santander, 2000.

SEMINARIO INTERNACIONAL SOBRE DISEÑO DE UN SISTEMA DE GERENCIA DE MANTENIMIENTO PARA CENTROS HOSPITALARIOS, Memorias Del Primer Seminario. Bogotá: Ministerio de Salud Programa de Mejoramiento de Los Servicios, 1996.

SEMINARIO DE MANTENIMIENTO E INGENIERÍA HOSPITALARIA, Memorias Del Segundo Seminario. Bucaramanga: Ministerio de Salud Programa de Mejoramiento de Los Servicios, 1998.

SILVA, Carlos. Manual De Mantenimiento De Los Servicios De Salud. Bogotá: **Organización Panamericana de la Salud**, 1998.

TAMAYO, Carlos. Organización del Mantenimiento. Bogotá: Universidad Industrial del Santander, 2000.

VERA, César. Salud Ocupacional. Bogotá: Universidad Industrial del Santander, 2000.

WIREMAN, Terry, Computerized Maintenance Management System. 1 Ed. NewYork: Ed. Industrial Preso, 1987.

ZEISS MEDITEC.INC. <http://WWW.zeiss.com>.

