

**“DISEÑO DE LA TARJETA DE CONTROL DEL ESTERILIZADOR E  
IMPLEMENTACION DE UNA HERRAMIENTA INFORMATICA  
ADMINISTRADORA DE LAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO EN LA  
CLINICA “NUESTRA SEÑORA DE FATIMA S.A.” DE PASTO”**

**DAVID FERNANDO ZAMBRANO ROMERO**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
INGENIERÍA ELECTRÓNICA  
SAN JUAN DE PASTO  
2012**

**“DISEÑO DE LA TARJETA DE CONTROL DEL ESTERILIZADOR E  
IMPLEMENTACION DE UNA HERRAMIENTA INFORMATICA  
ADMINISTRADORA DE LAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO EN LA  
CLINICA “NUESTRA SEÑORA DE FATIMA S.A” DE PASTO”**

**DAVID FERNANDO ZAMBRANO**

**Trabajo de grado modalidad pasantía presentado como requisito para optar  
al título de Ingeniero Electrónico**

**Asesor:  
WAGNER SUERO  
Ingeniero Eléctrico**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA  
SAN JUAN DE PASTO  
2012**

**“Las ideas y conclusiones aportadas en el siguiente trabajo son  
responsabilidad exclusiva de sus autores”**

**Artículo 1, Acuerdo N°324 de Octubre 11 de 1966 emanado por el Honorable  
Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.**

**Nota de aceptación:**

---

---

---

---

---

---

---

**WAGNER SUERO PEREZ**  
Presidente

---

**ROLANDO BARAHONA**  
Jurado Delegado

---

**ALVARO JIMÉNEZ**  
Jurado

San Juan de Pasto, Octubre de 2012.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Fabián Delgado, Gerente general, Clínica Nuestra Señora de Fátima S.A

A Oscar Córdoba, Ingeniero Electrónico, Jefe de Mantenimiento, Clínica Nuestra Señora de Fátima S.A

A cada uno de los integrantes de la familia Clínica Nuestra Señora de Fátima S.A

A Darío Fajardo, Jefe y docente del Departamento Ingeniería Electrónica, Universidad de Nariño.

A Wagner Suero, Ingeniero Eléctrico, Universidad de Nariño.

## **DEDICATORIA**

A Dios gracias por guiar y alumbrar mi camino, a mis viejitos queridos por ser los pilares de mi vida y por darme las fuerzas para seguir luchando y trabajar por conseguir mis sueños, a mis bellas hermanas por estar a mi lado y brindarme toda su comprensión, a mi Chilita linda por permitirme conocer el camino del trabajo, y por enseñarme sobrellevar los problemas del camino.

A esos amigos que siempre han estado ahí, que por más largos y tenebrosos que fueran los caminos siempre han estado a mi lado apoyándome gracias Alejo, Gerardo y William, a esos amigos de lucha Elkin y Oliverio, los ñoños, los Fa's, los titos, los Calpas.....Los llevo en mi corazón, gracias por estar apoyándome y estar a mi lado.

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCIÓN .....	20
1. REFERENTES DEL PROYECTO .....	22
1.1 TÍTULO DEL PROYECTO.....	22
1.2 MODALIDAD .....	22
2. OBJETIVOS DE LA PASANTÍA .....	23
2.1 OBJETIVO GENERAL.....	23
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	23
3. MARCOS.....	24
3.1 MARCO CONCEPTUAL.....	24
3.1.1 Mantenimiento hospitalario.....	24
3.1.2 Programación de mantenimiento preventivo sistematizado .....	27
3.1.3 Programación de mantenimiento correctivo sistematizado .....	27
3.1.4 Normas de bioseguridad. ....	28
3.1.5 Clasificación de los riesgos: .....	29
3.1.6 Normas de bioseguridad para agentes físicos: .....	30
3.1.7 Normas de bioseguridad para agentes químicos: .....	30
3.1.8 Normas de bioseguridad para factores ergonómicos: .....	30
3.1.9 Normas de bioseguridad para agentes biológicos:.....	31
3.1.10 Normas de bioseguridad para factores psicosociales: .....	31
3.1.11 PHP .....	31
3.1.12 MySQL .....	32
3.1.13 Base de datos .....	32
3.1.14 Servidores locales.....	38
3.2 MARCO REFERENCIAL.....	39
3.2.1 Mantenimiento hospitalario.....	40
3.2.2 Plan de mantenimiento.....	40

4.	AREA DE MANTENIMIENTO CLINICA “NUESTRA SEÑORA DE FATIMA S.A” .....	46
4.1	LINEAMIENTOS GENERALES.....	46
4.2	PRESENTACIÓN DE LA CLÍNICA NUESTRA SEÑORA DE FÁTIMA .....	47
4.3	INDUCCIÓN Y CAPACITACIÓN.....	47
5.	METODOLOGIA.....	48
6.	MANTENIMIENTO DE EQUIPOS BIOMEDICOS .....	50
6.1	MANTENIMIENTO PREVENTIVO .....	50
6.2	MANTENIMIENTO CORRECTIVO .....	57
7.	SOFTWARE DE MANTENIMIENTO .....	61
7.1	ELABORACION DE LA BASE DE DATOS .....	61
7.2	ESTRUCTURA BASICA.....	63
7.2.1	Formulario de acceso.....	63
7.2.2	Menú principal.....	64
7.3	CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO .....	66
7.3.1	Cronograma de mantenimiento equipo médico.....	66
7.3.2	Cronograma de mantenimiento de infraestructura .....	67
7.4	INVENTARIO .....	68
7.5	SOLICITUDES DE SERVICIO .....	69
8.	TARJETA DE CONTROL DEL ESTERILIZADOR.....	74
8.1	ESPECIFICACIONES DEL AUTOCLAVE.....	74
8.2	PROCESO DE OPERACION DEL EQUIPO .....	74
8.3	CIRCUITO DE CONTROL ESTERILIZADOR .....	75
9.	ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS .....	79
10.	CONCLUSIONES.....	80
11.	RECOMENDACIONES .....	82
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	83
	ANEXOS.....	84



## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Rutina de mantenimiento preventivo - Ventilador Taema .....	52
Tabla 2. Recomendaciones del fabricante- Ventilador Taema.....	53
Tabla 3. Reporte de Mantenimiento- Ventilador Taema .....	54
Tabla 4. Ruinas de Mantenimiento Preventivo- Tomógrafo Siemens .....	55
Tabla 5. Recomendaciones del Fabricante- Tomógrafo Siemens .....	56
Tabla 6. Reporte de Mantenimiento- Tomógrafo Siemens .....	56
Tabla 7. Reporte de Mantenimiento- Monitor de signos vitales Criticare .....	59
Tabla 8. Reporte de Mantenimiento- Monitor de signos vitales Expanding .....	60

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Efecto del mantenimiento sobre la vida útil y capacidad operativa. ....	25
Figura 2. Factores que intervienen en el proceso de planificación de mantenimiento. ....	26
Figura 3. Criterios para establecer un programa de mantenimiento y conservación.....	28
Figura 4. Componente de una base de datos.....	33
Figura 5. Gestión de Mantenimiento.....	41
Figura 6. Software MP para planes de mantenimiento.....	43
Figura 7. Software DACI CLINIC para historia clínica.....	44
Figura 8. Ventilador Mecánico- Marca Taema.....	51
Figura 9. Tomógrafo- Marca Siemens.....	54
Figura 10. Monitor de Signos vitales- Marca Siemens.....	57
Figura 11. Monitor de Signos vitales- Marca Expanding.....	59
Figura 12. Base de Datos de Mantenimiento.....	62
Figura 13. Formulario de acceso.....	63
Figura 14. Menú principal.....	64
Figura 15. Cronograma de mantenimiento.....	66
Figura 16. Cronograma de infraestructura.....	68
Figura 17. Solicitud del servicio.....	69
Figura 18. Solicitud de actividad.....	72
Figura 19. Diagrama de bloques página web- base de datos.....	73
Figura 20. Variación de la presión en cámara y Chaqueta.....	75
Figura 21. Diagrama esquemático de la tarjeta de control.....	76
Figura 22. Válvula Solenoide.....	76
Figura 23. Tarjeta de control electrónico.....	77
Figura 24. Circuito eléctrico.....	78

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
ANEXO A. REPORTES .....	85
ANEXO B. REPORTES DE INFRAESTRUCTURA.....	89
ANEXO C. RELÉ KP 1205.....	91
ANEXO D. TEMPORIZADOR KASUGA .....	92
ANEXO E. CIRCUITO DE CONTROL .....	93
ANEXO F. TARJETA DE VIDEO.....	95
ANEXO G. CAMARAS DE VIDEO .....	96

## GLOSARIO

**Entidad prestadora de salud:** Empresa que brinda una completa atención en salud, al permitir a los usuarios el acceso a diferentes medios de atención.

**Servicio de salud:** conjuntos de procesos que se presentan al usuario, así como también actividades, procedimientos e intervenciones asistenciales en las fases de promoción y prevención, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación que se presentan a los usuarios.

**Dispositivo médico activo:** Cualquier dispositivo médico cuyo funcionamiento dependa de una fuente de energía eléctrica o de cualquier fuente de energía distinta de la generada directamente por el cuerpo humano o por la gravedad, y que actúa mediante la conversión de dicha energía. No se considerarán dispositivos médicos activos, los productos sanitarios destinados a transmitir, sin ninguna modificación significativa, energía, sustancias u otros elementos de un dispositivo médico activo al paciente.

**Dispositivo médico para uso humano:** Se entiende por dispositivo médico para uso humano, cualquier instrumento, aparato, máquina, software, equipo biomédico u otro artículo similar o relacionado, utilizado sólo o en combinación, incluyendo sus componentes, partes, accesorios y programas informáticos que intervengan en su correcta aplicación, propuesta por el fabricante para su uso en:

- a) Diagnóstico, prevención, supervisión, tratamiento o alivio de una enfermedad.
- b) Diagnóstico, prevención, supervisión, tratamiento, alivio o compensación de una lesión o de una deficiencia.
- c) Investigación, sustitución, modificación o soporte de la estructura anatómica o de un proceso fisiológico.
- d) Diagnóstico del embarazo y control de la concepción.
- e) Cuidado durante el embarazo, el nacimiento o después del mismo, incluyendo el cuidado del recién nacido.
- f) Productos para desinfección y/o esterilización de dispositivos médicos.

Los dispositivos médicos para uso humano, no deberán ejercer la acción principal que se desea por medios farmacológicos, inmunológicos o metabólicos.

**Dispositivos con superficie de contacto:** Son aquellos que incluyen contacto con piel, membrana mucosa y superficies abiertas o comprometidas.

**Equipo biomédico:** Dispositivo médico operacional y funcional que reúne sistemas y subsistemas eléctricos, electrónicos o hidráulicos, incluidos los programas informáticos que intervengan en su buen funcionamiento, destinado por el fabricante a ser usado en seres humanos con fines de prevención, diagnóstico, tratamiento o rehabilitación. No constituyen equipo biomédico, aquellos dispositivos médicos implantados en el ser humano o aquellos destinados para un sólo uso.

**Equipo biomédico de tecnología controlada:** Son aquellos dispositivos médicos sometidos a un control especial, por estar incluidos en alguna de las siguientes situaciones:

- a) De acuerdo con su clasificación de alto riesgo y el grado de vulnerabilidad asociado a estos dispositivos; así como los derivados del diseño, fabricación, instalación, manejo y su destino previsto.
- b) Los prototipos que conlleven a nuevos desarrollos científicos y tecnológicos.
- c) Los que sean objeto de control de la oferta mediante la utilización de estándares que permitan la distribución eficiente de la tecnología, por zonas geográficas en el país, según los parámetros del artículo 65 de la Ley 715 de 2001.
- d) Que corresponda a equipo usado o repotenciado.
- e) Que para su adquisición, instalación y utilización requieren una inversión superior a los 700 salarios mínimos legales vigentes, sean clasificados IIB y III conforme a lo establecido en el decreto 4725 de diciembre 27 de 2005 y se encuentren bajo los parámetros del artículo 65 de la Ley 715 de 2001.

**Equipo biomédico clase I:** Son aquellos equipos biomédicos de bajo riesgo, sujetos a controles generales, no destinados para proteger o mantener la vida o para un uso de importancia en especial en la prevención del deterioro de la salud humana y que no representan un riesgo potencial no razonable de enfermedad o lesión.

**Equipo biomédico clase IIA:** Son los equipos de riesgo biomédico de tipo bajo-moderado, sujeto a controles especiales en la etapa de fabricación para demostrar su seguridad y efectividad.

**Equipo biomédico clase IIB:** son los equipos de riesgo biomédico de tipo moderado- alto, sujetos a controles especiales en el diseño y fabricación para demostrar su seguridad y efectividad.

**Equipo biomédico clase III:** son los equipos biomédicos de muy alto riesgo, sujetos a controles especiales, destinado a mantener y/o proteger la vida o para un uso de importancia sustancial en la prevención del deterioro de la salud humana o si su uso representa un riesgo potencial de enfermedad o lesión.

**Equipo biomédico nuevo:** Se aplica a aquellos equipos que no han sido usados y que no tengan más de dos (2) años desde la fecha de su fabricación.

**Equipo biomédico usado:** Incluye todos los equipos que han sido utilizados en la prestación de servicios y/o en procesos de demostración, que no tienen más de cinco (5) años de servicio desde su fabricación o ensamble.

**Equipo biomédico repotenciado:** Incluye todos los equipos que han sido utilizados en la prestación de servicios de salud o en procesos de demostración, en los cuales, y que parte de sus subsistemas principales, han sido sustituidos con piezas nuevas por el fabricante o el repotenciador autorizado por el fabricante y que cumplen con los requisitos especificados por este y las normas de seguridad bajo el cual fue construido.

**Fabricante:** Es la persona natural o jurídica responsable del diseño, fabricación, empaque acondicionamiento y etiquetado de un dispositivo médico. El fabricante será el responsable del producto final, independientemente que las etapas mencionadas sean hechas por la misma persona o en su nombre, por un tercero.

**Finalidad prevista:** La utilización a la que se destina el dispositivo médico según las indicaciones proporcionadas por el fabricante en el etiquetado, las instrucciones de utilización y/o material publicitario, las cuales deben ser acordes con las autorizadas en el respectivo registro sanitario o en el permiso de comercialización.

**Gestión:** Actividades coordinadas para dirigir y controlar una organización.

**Inspección:** se entiende como constatación, reconocimiento o comprobación del estado actual del bien o equipo.

**Inventario:** Lista en que se inscriben y describen, artículo por artículo, todos los bienes muebles que pertenecen a una persona o comunidad en general, Es una relación y valoración de los bienes en una empresa.

**Servicio de soporte técnico:** Son todas las actividades realizadas para asegurar el buen funcionamiento del equipo biomédico, involucrando aquellas consideradas como de mantenimiento preventivo, correctivo y verificación de la calibración, entre otras.

**Mantenimiento:** conjunto de acciones que tienen como objetivo mantener un artículo o restaurarlo a un estado en el cual el mismo pueda desplegar la función requerida o las que venía desplegando hasta el momento en que se dañó

**Mantenimiento de equipos biomédicos:** Actividad técnico-administrativa dirigida principalmente a prevenir averías, y a restablecer la infraestructura y la dotación hospitalaria a su estado normal de funcionamiento.

**Mantenimiento preventivo:** Programación de una serie de inspecciones, análisis, limpieza, lubricación, calibraciones que deben llevarse a cabo en forma periódica en base a un plan y no a una demanda, tiene como propósito prever fallas.

**Mantenimiento correctivo:** Consiste en corregir las fallas, cuando estas se presentan, usualmente sobre una base no planificada, dando cumplimiento a la solicitud del operario.

**Hoja de vida:** Es la relación de todas las modificaciones y reparaciones que ha sufrido el equipo. Se debe iniciar con la ficha técnica, es decir esta puede servir de carátula para la hoja de vida.

**Ficha técnica:** Formato que se diseña para documentar las características de cada equipo.

**Rutinas de mantenimiento preventivo:** Acciones de mantenimiento que se deben practicar a los equipos para evitar su deterioro.

**Cronograma de mantenimiento:** Es la descripción de las frecuencias con que se ha programado el mantenimiento, este depende de la recomendaciones que el fabricante dicte para el equipo.

**Cronograma de mantenimiento infraestructura:** Es la programación que se ha hecho para el mantenimiento lo que tiene que ver con infraestructura, es decir la instalaciones físicas donde funciona la entidad prestadora de salud.

**Central de esterilización:** Espacio donde se destruye o elimina de cualquier tipo de vida microbiana de los objetos inanimados, incluyendo las formas esporuladas de hongos y bacterias. Significa el nivel más alto de seguridad y, por tanto, de letalidad (o eficacia biocida).

**Autoclave:** Es un recipiente metálico de paredes gruesas con un cierre hermético que permite trabajar a alta presión para realizar una reacción industrial, una cocción o una esterilización con vapor de agua. Su construcción debe ser tal que resista la presión y temperatura desarrollada en su interior. La presión elevada permite que el agua alcance temperaturas superiores a su punto de ebullición. La acción conjunta de la temperatura y el vapor produce la coagulación de las proteínas de los microorganismos, entre ellas las esenciales para la vida y la reproducción de éstos, cosa que lleva a su destrucción.

**Sensor de presión:** En los sensores electrónicos en general, la presión actúa sobre una membrana elástica, midiéndose la flexión. Para detectarla pueden aprovecharse diversos principios físicos, tales como inductivos, capacitivos, piezorresistivos, ópticos, monolíticos (con módulos electrónicos extremadamente pequeños, totalmente unidos) u óhmicos (mediante cintas extensométricas).

**Electroválvula:** Es una válvula electromecánica, diseñada para controlar el flujo de un fluido a través de un conducto como puede ser una tubería. La válvula está controlada por una [corriente eléctrica] a través de una bobina solenoidal.

**Control electrónico:** El control electrónico estudia los modelos matemáticos de sistemas dinámicos, sus propiedades y el cómo modificar éstas mediante el uso de otro sistema dinámico llamado controlador. Es llevar un valor a uno deseado.



**PHP:** Php es un lenguaje de programación interpretado (Lenguaje de alto rendimiento), diseñado originalmente para la creación de páginas web dinámicas. Se usa principalmente para la interpretación del lado del servidor (*server-side scripting*) pero actualmente puede ser utilizado desde una interfaz de línea de comandos o en la creación de otros tipos de programas incluyendo aplicaciones con interfaz gráfica usando las bibliotecas Qt o GTK+.

**MYSQL:** Es un sistema de gestión de base de datos relacionales, multihilo y multiusuario con más de seis millos de instalaciones.

**Base de datos:** Colección de registros relacionados y almacenados en forma electrónica, mediante un modelo u esquema al cual se puede acceder desde unos formularios de consulta.

**ODBC:** Open Data Base Connectivity (ODBC) es un estándar de acceso a bases de datos desarrollado por SQL Access Group , el objetivo de ODBC es hacer posible el acceder a cualquier dato desde cualquier aplicación, sin importar qué sistema de gestión de bases de datos (DBMS) almacene los datos, ODBC logra esto al insertar una capa intermedia (CLI) denominada nivel de Interfaz de Cliente SQL, entre la aplicación y el DBMS, el propósito de esta capa es traducir las consultas de datos de la aplicación en comandos que el DBMS entienda.

## **RESUMEN**

Los establecimientos, y las entidades que brindan a la comunidad servicios de salud deben trabajar bajo la política general de estar en continuo mejoramiento del nivel de prestación de servicios, es decir brindar servicios con calidad de salud para usuarios y población en general. Esto mediante la implementación de estrategias para atención integral, lo que conlleva a una serie de retos; pues se debe acondicionar las instalaciones, el equipo y capacitar el personal que labora para que pueda manejar y adaptarse a los nuevos procesos y equipos.

En el presente documento se da a conocer de manera breve y detallada las labores que se llevaron a cabo durante el desarrollo de la pasantía en las instalaciones de la clínica “Nuestra Señora de Fátima S.A.” de Pasto, las acciones aquí descritas están encaminadas a la realización de tareas de mantenimiento tanto preventivas, como correctivas a los equipos adscritos al departamento de mantenimiento de la institución. Las labores de mantenimiento se llevaron a cabo con el fin de adquirir los conocimientos suficientes, para así poder definir bien las opciones que llevará el software informático, lo cual hará que se mejore notablemente el tiempo de atención a solicitudes de servicio que se realizarán desde otras dependencias.

También se trabajó en la zona de esterilización con la reconstrucción de la tarjeta de control del autoclave, pues la existente está muy deteriorada y por tanto presenta un alto riesgo de presentar fallas, permitiendo así ampliar el tiempo de vida del autoclave.

## **ABSTRACT**

Establishments and entities that provide community health care must work under the general policy to be in continuous improvement of the level of service provision, provide quality health services to users and the general population. This is achieved by implementing comprehensive care strategies, leading to a series of challenges, as they must adapt their facilities, equipment and trained personnel working for you to manage and adapt to new processes and equipment.

This document discloses a brief and detailed description of the work that took place during the course of the internship in clinical facilities "Nuestra Señora de Fatima S.A." of Pasto. The actions described here are aimed at the realization of both preventive maintenance, and improvements to the teams assigned to the maintenance department of the institution. The maintenance work is carried out in order to acquire sufficient knowledge, in order to clearly define the options to be taken in computer software. This will greatly improve the time taken to service calls made from other dependencies.

Also worked in the area of sterilization rebuilding the autoclave control board because the existing one is very poor and therefore has a high risk of failure, thereby extending the lifetime of the autoclave.

## INTRODUCCIÓN

En Colombia como es conocido por todos, muchos sectores de la economía se ven afectados por los innumerables recortes presupuestales por parte del gobierno, tal es el caso de la rama de la salud; gracias a esto las entidades se ven en la obligación de optimizar los recursos, ya sean físicos o tecnológicos, esto con el fin de reducir costos operativos y mejorar eficientemente la atención a todos los usuarios.

Es por esta razón que la ingeniería electrónica, se ve en la obligación de aportar su granito de arena para ayudar a solventar esta grave problemática social que atraviesa nuestro país, es por esto que se han adelantado a nivel nacional e internacional grandes progresos tecnológicos que han permitido diseñar y construir equipos, algunos de ellos un tanto sencillos, otros más complicados, siendo estos utilizados para el apoyo, recolección, análisis, diagnóstico y como si fuera poco el tratamiento de enfermedades médicas.

De esta manera cabe destacar que las entidades prestadoras de salud, en la actualidad han comprendido la importancia del papel que cumplen los equipos médicos, pues se han convertido en una herramienta vital para la práctica efectiva de la medicina, ofreciendo y mejorando las actividades de prevención, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación, haciendo más eficaz y eficiente la prestación de servicios de salud en el ambiente médico hospitalario.

Es verdad que los recortes presupuestales son grandes para este sector salud, pero hay que saber organizar y disponer los recursos físicos y tecnológicos con los que se cuenta, es por esto que con el desarrollo de este proyecto de pasantía, se desarrolló e instaló una gran herramienta de ayuda: como es el software de mantenimiento, la cual va a permitir manejar y organizar la papelería utilizada en la generación de reportes y agilizar el proceso de solicitud de servicios. También se trabajó en la central de esterilización en desarrollo, diseño e implementación de la tarjeta de control del esterilizador, paralelamente se brindó ayuda y soporte a lo correspondiente al mantenimiento hospitalario, permitiendo obtener un invaluable conocimiento en cuanto a mantenimiento de equipos se refiere.

## JUSTIFICACIÓN

Las empresas encargadas de proveer los equipos biomédicos en las entidades de salud, deben tener la misión de garantizar y ofrecer un producto de calidad que cumpla con todos los requerimientos necesarios para lograr prestar un servicio a la comunidad, en este caso la entidad de salud, los profesionales médicos, y pacientes.

Por tal motivo es muy importante que en las entidades prestadoras de salud se tenga de una manera organizada y sistematizada un lugar donde se almacenen las hojas de vidas de los equipos, las fichas técnica y las rutinas de mantenimiento preventivo y/o acciones correctivas que se le hayan hecho a los mismos, es decir los registros históricos. Tarea que será posible llevar a cabo mediante la implementación de un software informático, el cual además mantiene interconectados las dependencias, permitiendo visualizar la información en cualquier momento. Es importante recalcar que el programa se desarrolló en un lenguaje de libre programación como es php.

También hay que decir que por requerimiento de la clínica esta labor debió ser realizada por una persona que cumpla con el perfil de un ingeniero electrónico: pues él tendría los conocimientos en programación de computadores y en electrónica, por lo que será capaz de realizar los mantenimientos y paralelamente a esto podrá ir estructurando el software informático, todas estas tareas encaminadas a la realización del programa requerido, y acorde con las necesidades del departamento de mantenimiento de la clínica.

Por otra parte es muy importante realizar las correcciones de fallas correspondientes a los equipos para poder garantizar la operatividad y el buen desempeño del mismo, además de reducir al mínimo la posibilidad de un fallo inesperado; cabe destacar que el equipo por estar interactuando con seres humanos debe quedar en condiciones óptimas de funcionamiento, además es conveniente practicarles una serie de pruebas para corroborar el buen funcionamiento del equipo y así entrar a operar en buenas condiciones a la clínica [3], todo esto podrá ser corroborado por, las acciones de metrología biomédica que adelanta la clínica.<sup>1</sup>[4].

---

<sup>1</sup> Superintendente Nacional de Salud. Circular Externa 029 de 1997

## **1. REFERENTES DEL PROYECTO**

### **1.1 TÍTULO DEL PROYECTO**

“DISEÑO DE LA TARJETA DE CONTROL DEL ESTERILIZADOR E IMPLEMENTACION DE UNA HERRAMIENTA INFORMATICA ADMINISTRADORA DE LAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO EN LA CLINICA “NUESTRA SEÑORA DE FATIMA S.A.” DE PASTO”.

### **1.2 MODALIDAD**

Este proyecto está dentro de la modalidad de pasantía laboral, estipulada en artículo 1º del acuerdo No 005 del 26 de enero 2010.

## **2. OBJETIVOS DE LA PASANTÍA**

### **2.1 OBJETIVO GENERAL**

Apoyar en las labores de mantenimiento preventivo y/o correctivo de equipos biomédicos mediante la implementación de un software informático que permita la correcta programación y visualización del cronograma de mantenimientos, además de realizar diseño e implementación de la tarjeta electrónica de control de las diferentes variables que controla el autoclave perteneciente al área de esterilización de la clínica “Nuestra Señora de Fátima S.A.”

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Continuar con las rutinas de mantenimiento preventivo y/o correctivo programada a los equipos médicos con los que cuenta la clínica “Nuestra Señora de Fátima S.A.”, tratando de mejorar los tiempos de respuesta mediante la optimización del cronograma de mantenimiento.

Diseñar una herramienta informática desarrollada en un lenguaje de libre programación (PHP, MYSQL), con el fin de contribuir a llevar un cronograma, histórico de reportes de servicios, rutinas de mantenimiento, ficha técnica de los equipos, solicitudes de servicio desde otras dependencias.

Desarrollar e implementar la tarjeta de control electrónica para el autoclave de la central de esterilización de marca EASTERN MEDICAL, de la clínica “Nuestra Señora de Fátima S.A.”.

Afianzar el conocimiento en el campo de acción del programa de ingeniería electrónica y obtener un buen nivel de experiencia, valioso para el desarrollo y desempeño de la profesión.

### 3. MARCOS

#### 3.1 MARCO CONCEPTUAL

Para el desarrollo del presente proyecto de pasantía se necesito de algunos conceptos de mantenimiento hospitalario y estudio de la tecnología biomédica<sup>2</sup>, como también del estudio de normas de bioseguridad, por otro lado se vio la necesidad de aprender un lenguaje de libre programación como es el caso de php y una conexión para la base de datos mysql [0].

**3.1.1 Mantenimiento hospitalario.** El mantenimiento debe ser sinónimo de previsión, de anticipación al deterioro y/o falla del sistema o subsistema, desperfecto, y comprender todos los aspectos de riesgo; además de comprometer a todos los trabajadores de la entidad prestadora de salud a conservar y preservar los equipos disponibles. Entendiéndose por conservar, como un conjunto de actividades que se desarrollan en donde se incluyan las líneas vitales, el equipamiento médico, acciones ligadas a la obra civil, planta físicas e instalaciones especiales; a fin de garantizar que estos servicios y sistemas se encuentren en óptimas condiciones de operatividad, de aquí se puede deducir que el proceso de mantenimiento no es un proceso estático, al contrario es un proceso dinámico y/o evolutivo, donde se deben considerar aspectos técnico-económicos .

El mantenimiento opera en la atención directa a las solicitudes de servicio de reparación o de verificación de equipos y/o instalaciones, o si el cronograma de mantenimiento lo exige; este proceso puede ser realizado por personal de la entidad o por terceros que estén en capacidad de hacer esta labor, se recomienda hacer que el mantenimiento hospitalario sea realizado por personal de la clínica pues de esta manera se podrá tener un mayor patrimonio técnico en cuanto a las hojas de vida de los equipos e infraestructura.

Bajo condiciones normales de uso todo equipo tiene una adecuada operación, condiciones de medio ambiente, y defectos de fabricación e instalación considerados como aceptables. Todo defecto imputable al uso tiene asociado un incremento en el nivel de desgaste, el cual determina las acciones de

---

<sup>2</sup> COLOMBIA. SUPER INTENDENCIA NACIONAL DE SALUD. Instrucciones y procedimientos para gestión de los equipos en las IPS. Anexo técnico, Bogotá: 2005.

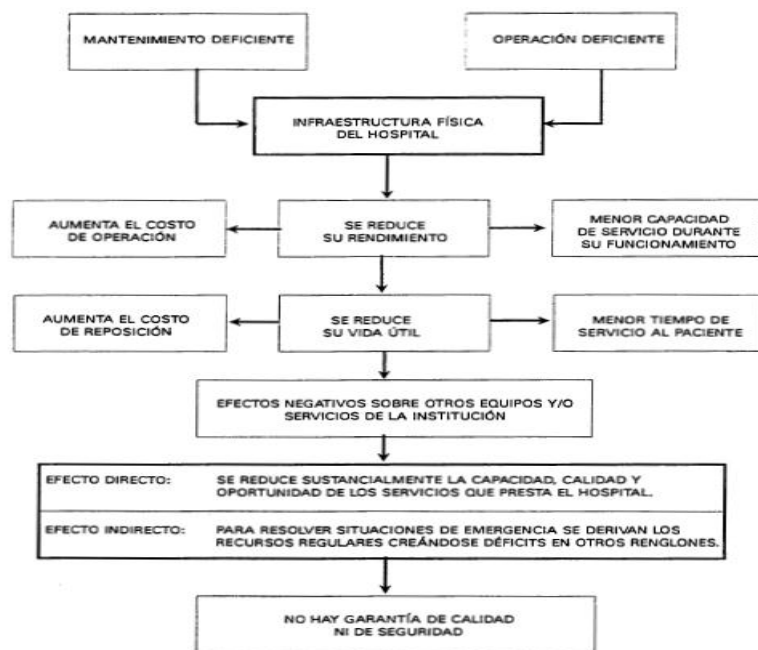


mantenimiento que han de realizarse cuando se ha alcanzado el límite de deterioro.

En la práctica de la medicina moderna el uso de equipos altamente complejos, producto de un desarrollo tecnológico, determina un gasto creciente imponiendo una gran inversión de capital que es necesario proteger mediante un adecuado sistema de mantenimiento, incluyendo la capacitación de personal técnico de mantenimiento, normas de selección y adquisición de insumos. No existe punto de comparación, o una relación en términos de dinero, para compensar una incapacidad física, o la pérdida de una vida humana por causa de una falla o mal funcionamiento de un equipo, proteger una cuantiosa inversión es importante, pero asegurar la asistencia médica adecuada, en el momento oportuno lo es mucho más.

En la siguiente figura podemos observar las consecuencias de un mantenimiento no muy eficiente.

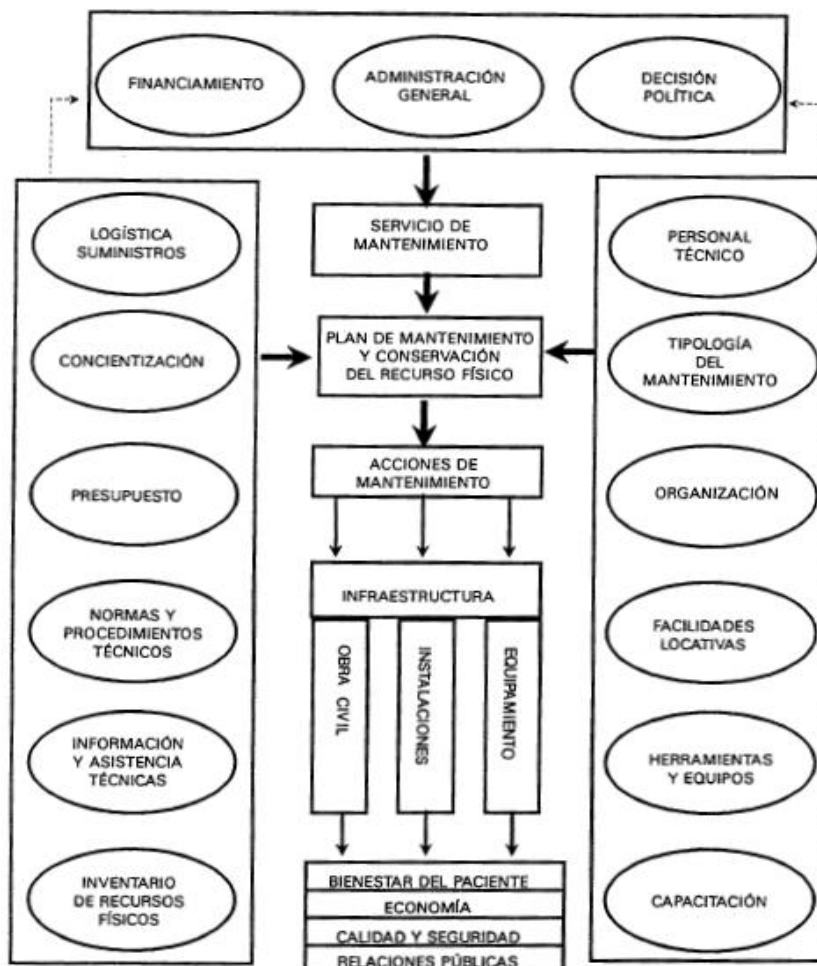
**Figura 1. Efecto del mantenimiento sobre la vida útil y capacidad operativa.**



Fuente: <http://hinfo.humaninfo.ro/gsd/healthtechdocs/documents/s17391es/s17391es.pdf>

Para que un mantenimiento hospitalario sea exitoso, requiere de una cuidadosa “planificación”, responsabilidad que, tradicionalmente, recae sobre el coordinador de mantenimiento quien es el que tiene los conocimientos necesarios para elaborar un plan de mantenimiento hospitalario, el cual debe ser dado a conocer a las autoridades locales de salud. El objetivo primordial de realizar este plan de mantenimiento debe ser el de proteger la vida y garantizar la seguridad del paciente, luego se derivan otros como el de reducir los costos de operación, garantizar la disponibilidad de los equipos, etc. La siguiente figura ilustra los factores que intervienen en la elaboración del programa de mantenimiento.

**Figura 2. Factores que intervienen en el proceso de planificación de mantenimiento.**



Fuente: <http://hinfo.humaninfo.ro/gsd/healthtechdocs/documents/s17391es/s17391es.pdf>

**3.1.2 Programación de mantenimiento preventivo sistematizado.** Con el objeto de obtener la máxima eficiencia y la óptima operación de los equipos existentes dentro de la entidad prestadora de salud, se requiere de un sistema debidamente planificado y estructurado, el cual nos va a servir para prevenir fallas e interrupciones en la operación de obra civil, instalaciones y equipos a través de las cuatro tareas básicas: limpieza, inspección, lubricación y ajuste.

El propósito general se fundamenta en el descubrimiento oportuno y anticipado de aquellas condiciones anómalas que podrían conducir a interrupciones no previstas en la operación normal del equipo, ser causante de lesiones al personal o producir daños que revistan en mayor gravedad, con el consecuente aumento en el costo de las reparaciones y, en algunos casos, obligar al reemplazo prematuro de la unidad antes de la expiración de su periodo de vida útil.

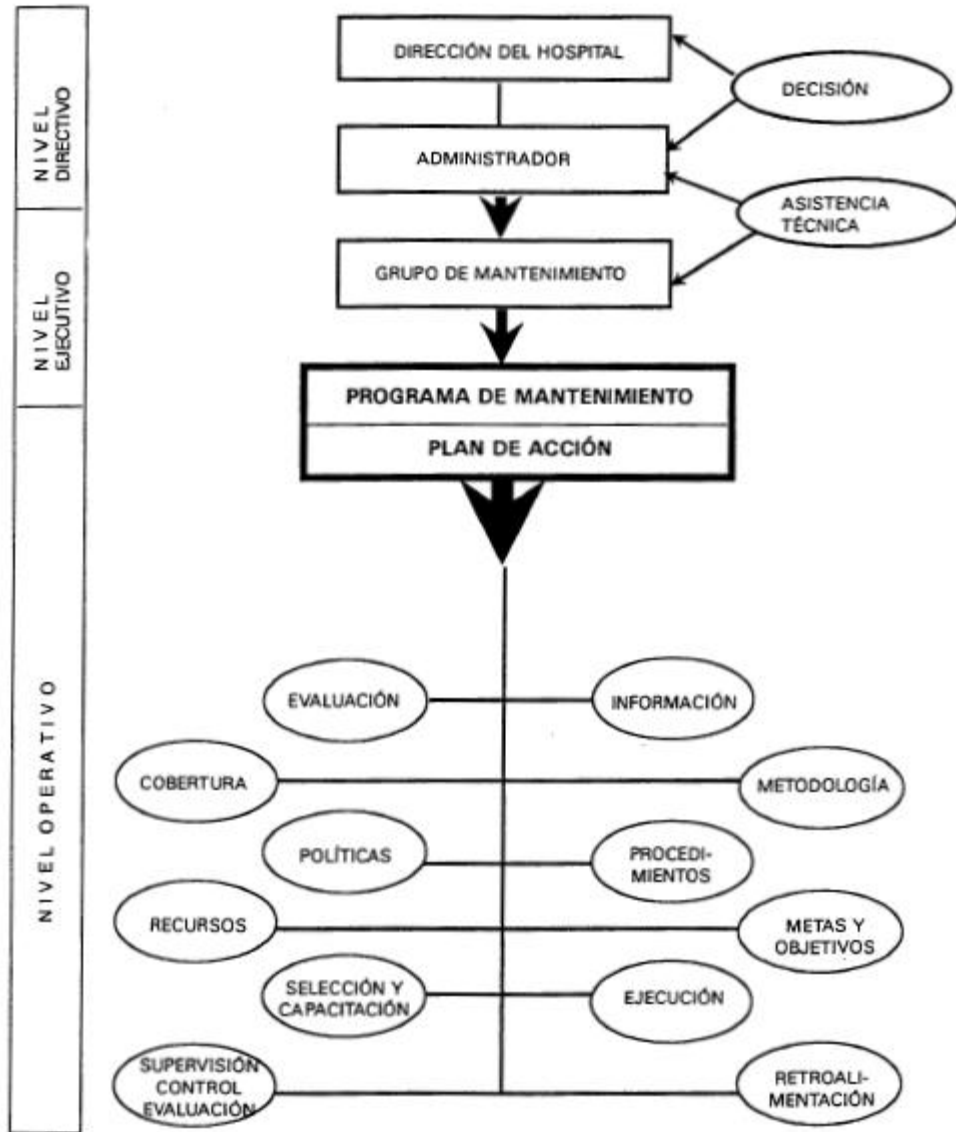
Indudablemente el mantenimiento preventivo debe aplicarse a toda la infraestructura física del establecimiento de salud, y a los equipos tecnológicos con los se cuenta.

**3.1.3 Programación de mantenimiento correctivo sistematizado.** El mantenimiento correctivo, o “curativo”, consiste en la realización de reparaciones de emergencias que se efectúan para evitar que la infraestructura física se convierta en inoperable o para recuperar sus condiciones operativas y funcionales dentro del corto plazo.

La asignación de prioridades reviste particularmente, en la naturaleza que origina la solicitud asociada, es necesario hacer una adecuada planeación pues si no se limita a lo estrictamente necesario, se puede llegar a consumir la totalidad de los recursos asignados.

Lo dicho anteriormente se puede ilustrar de una mejor manera en la siguiente figura, la cual contempla las diferentes variables a considerar en una acción de mantenimiento:

**Figura 3. Criterios para establecer un programa de mantenimiento y conservación**



Fuente: <http://hinfo.humaninfo.ro/gsd/healthtechdocs/documents/s17391es/s17391es.pdf>

**3.1.4 Normas de bioseguridad.** La Bioseguridad se conoce como el conjunto de normas y procedimientos que garantizan el control de los factores de riesgo, la prevención de impactos nocivos y el respeto de los límites permisibles, sin atentar contra la salud de las personas que laboran y/o manipulan elementos biológicos, técnicas bioquímicas y genéticas e igualmente, garantiza que el producto de los

mismos no atente contra la salud de la comunidad en general, ni contra el ambiente<sup>3</sup>.

Las normas de bioseguridad están destinadas a reducir el riesgo de transmisión de microorganismos de fuentes reconocidas o no reconocidas de infección en Servicios de Salud, laboratorios de biología, parasitología, microbiología medicina forense, morfología, entre otros, vinculadas a accidentes por exposición a sangre y fluidos corporales.

La "Bioseguridad" comienza con el pensar "¿Cómo me protejo?", "¿Cómo protejo a los demás?", "¿Cuál es mi responsabilidad?". Este proceso es algo que no puede darse por terminado, ya que el manejo de materiales biológicos es tan dinámico como la vida, máxime en una institución formadora de recurso humano, que a fin de cuentas se volcará a las Instituciones prestadoras de los servicios.

Es fundamental entonces privilegiar el conocimiento de lo que puede llamarse las "Buenas Prácticas", que pasan por el principio esencial de la Bioseguridad: 'No me contagio y no contagio', "me protejo y protejo a los demás".

Estas normas deben ser consideradas como el "Guión" de una película donde figura claramente la esencia, el marco referencial, qué es lo que se quiere transmitir, cómo debemos actuar<sup>4</sup>.

### **3.1.5 Clasificación de los riesgos:**

- Agente físico.
- Agente químico.
- Agente biológico.
- Factores ergonómicos.
- Factores psicosociales.

---

<sup>3</sup> OMS. Manual de Normas de Bioseguridad. Documento Técnico para trabajadores de la Salud. 2007.

<sup>4</sup> World Health Organization. Laboratory biosafety manual. – 3rd ed. 1.Containment of biohazards - methods2. Laboratories - standards 3.Laboratory infection - prevention and control 4.Manuals I.Title. ISBN 92 4 154650 6 (LC/NLM classification: QY 25) WHO/CDS/CSR/LYO/2004.11.

### **3.1.6 Normas de bioseguridad para agentes físicos:**

#### **a. Ruidos**

- Mantener el tono de voz adecuado.
- Atender lo antes posible las alarmas de los equipos biomédicos y timbres de llamada.
- Uso de calzado antirruídos y antideslizantes.
- Uso adecuado del material rodante.
- Favorecer la difusión de música ambiental.
- Mantener una adecuada iluminación artificial para evitar riesgos o accidentes.

#### **b. Radiación**

- Uso de dosímetro personal.
- Evaluar mensualmente los dosímetros.
- Aplicar la norma de sobre – exposición a la radiación.
- Planificar la atención a un tiempo no mayor de 10 minutos, para evitar una exposición innecesaria.
- Colocar el símbolo de RADIACIÓN en las áreas correspondientes.

### **3.1.7 Normas de bioseguridad para agentes químicos:**

- Uso adecuado del equipo de protección personal: gorro, lentes, mascarilla, guantes, mandilón y botas, según el agente químico utilizado.
- Los contenedores para la manipulación de desinfectantes de alto nivel (glutaldehído 2 ó 4 % ) deben ser de plástico en grado médico y con cierre hermético.
- Las soluciones desinfectantes de nivel intermedio (permanganatos, agua oxigenada, tinturas, alcoholes, etc.) debe entregarse en frascos de bajo volumen, con dispensador incorporado y con cierre hermético.

### **3.1.8 Normas de bioseguridad para factores ergonómicos:**

- Ampliar la base de sustentación cuando se realice la atención directa al paciente (cambio de ropa de cama, cambios posturales, etc.)
- Realizar el transporte de paciente y de material manteniendo el eje corporal.
- Hacer uso de los instrumentos de la mecánica corporal (puntos de apoyo, palanca, etc.)
- Hacer uso del descanso obligatorio al día siguiente del turno de noche.

### **3.1.9 Normas de bioseguridad para agentes biológicos:**

- Lavado de manos, antes y después de cada procedimiento, del uso de guantes, de ir al baño, de ingerir alimentos, después de estornudar.
- Uso adecuado del equipo de protección personal: gorro, lentes, mascarilla, guantes, mandilón y botas, según el agente biológico.
- Adecuada reutilización de material: limpieza, desinfección y esterilización.
- Adecuada limpieza de superficies.
- Transporte adecuado de muestras biológicas.
- Evitar lesiones dérmicas en los miembros superiores.
- Segregar material corto punzante
- Segregar ropa contaminada.
- Manejo adecuado de los residuos sólidos.

### **3.1.10 Normas de bioseguridad para factores psicosociales:**

- Propiciar reuniones de camaradería.
- Evitar la rutinización.
- Las actividades de cada personal deben estar claramente establecidas.
- Propiciar las buenas relaciones interpersonales.

**3.1.11 PHP.** Es un lenguaje de scripting de propósito general que es especialmente adecuado para el lado del servidor de desarrollo web PHP. Cualquier código PHP en un archivo solicitado; es ejecutado en el tiempo de ejecución de PHP, por lo general para crear páginas dinámicas web, con contenido o imágenes: utilizadas en sitios web o en otros lugares. También se puede utilizar para la línea de comandos y secuencias de comandos del lado del cliente de una manera gráfica para el usuario (GUI).

PHP puede ser desplegado en la mayoría de servidores web, muchos sistemas operativos y plataformas, y se puede utilizar con muchos sistemas de bases de datos relacionales (RDBMS). Está disponible de forma gratuita, y el Grupo de PHP proporciona el código fuente completo para los usuarios para crear, personalizar y ampliar para su propio uso.

PHP actúa principalmente como un filtro, toma la entrada desde un archivo o una corriente que contiene el texto y / o las instrucciones de PHP y la salida de otro flujo de datos, por lo general el resultado será HTML. A partir de PHP 4, PHP parser compila entrada para producir código de bytes para ser procesado por

el motor de Zend, que proporciona un rendimiento mejorado sobre el intérprete predecesor<sup>5</sup>.

Los mores zend son motores de procesamiento para la interpretación y cifrado del código php, entre las funciones más importantes que realiza este motor de procesamiento está la posibilidad de cifrar el código fuente de las páginas desarrolladas en php para así luego hacer posible la comercialización de este.

**3.1.12 MySQL.** es una opción popular de base de datos para su uso en aplicaciones web, de código abierto: con software de aplicación en pila LAMP es un acrónimo de " Linux , Apache , MySQL, Perl / PHP /Python ". gratis -software - proyectos de código abierto que requieren un sistema de base de datos con todas las funciones de gestión.

- MySQL es un servidor de base de datos
- MySQL es ideal para aplicaciones pequeñas y grandes
- MySQL soporta el estándar SQL
- MySQL se compila en un número de plataformas
- MySQL es gratuito para descargar y usar

**3.1.13 Base de datos.** Una base de datos o banco de datos (en ocasiones abreviada con la sigla *BD* o con la abreviatura *b. d.*) es un conjunto de datos pertenecientes a un mismo contexto y almacenados sistemáticamente para su posterior uso. En este sentido, una biblioteca puede considerarse una base de datos compuesta en su mayoría por documentos y textos impresos en papel e indexados para su consulta. Actualmente, y debido al desarrollo tecnológico de campos como la informática y la electrónica, la mayoría de las bases de datos están en formato digital (electrónico), que ofrece un amplio rango de soluciones al problema de almacenar datos.

Existen programas denominados sistemas gestores de bases de datos, SGBD, que permiten almacenar y posteriormente acceder a los datos de forma rápida y estructurada. Las propiedades de estos SGBD, así como su utilización y administración, se estudian dentro del ámbito de la informática.

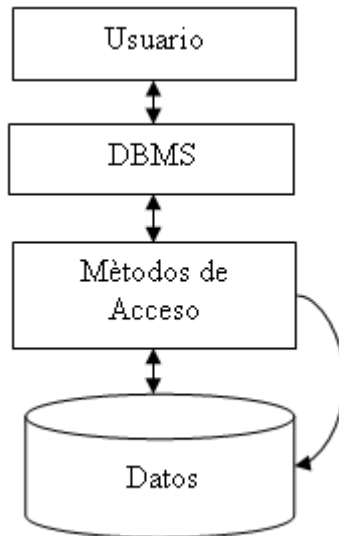
En la siguiente grafica podremos apreciar como es el proceso de acceso a los datos:

---

<sup>5</sup> ZEND, Engine. version 2.0: Feature Overview and Design".Zend Technologies Ltd.. Retrieved 2006-09-17.



**Figura 4. Componente de una base de datos**



Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos34/base-de-datos/base-de-datos.shtml>

**Tipos De Base De Datos:** Las bases de datos pueden clasificarse de varias maneras, de acuerdo al contexto que se esté manejando, la utilidad de las mismas o las necesidades que satisfagan.

### **Según La Variabilidad De Los Datos Almacenados**

**Bases De Datos Estáticas:** Son bases de datos de sólo lectura, utilizadas primordialmente para almacenar datos históricos que posteriormente se pueden utilizar para estudiar el comportamiento de un conjunto de datos a través del tiempo, realizar proyecciones, tomar decisiones y realizar análisis de datos para inteligencia empresarial.

**Bases De Datos Dinámicas:** Éstas son bases de datos donde la información almacenada se modifica con el tiempo, permitiendo operaciones como actualización, borrado y adición de datos, además de las operaciones fundamentales de consulta. Un ejemplo de esto puede ser la base de datos utilizada en un sistema de información de un supermercado, una farmacia, un videoclub o una empresa.

## Según el contenido:

**Bases De Datos Bibliográficas:** Sólo contienen un subrogante (representante) de la fuente primaria, que permite localizarla. Un registro típico de una base de datos bibliográfica contiene información sobre el autor, fecha de publicación, editorial, título, edición, de una determinada publicación, etc. Puede contener un resumen o extracto de la publicación original, pero nunca el texto completo, porque si no, estaríamos en presencia de una base de datos a texto completo (o de fuentes primarias). Como su nombre lo indica, el contenido son cifras o números. Por ejemplo, una colección de resultados de análisis de laboratorio, entre otras.

**Bases De Datos De Texto Completo:** Almacenan las fuentes primarias, como por ejemplo, todo el contenido de todas las ediciones de una colección de revistas científicas.

**Directorios:** Un ejemplo son las guías telefónicas en formato electrónico.

**Bases De Datos O "Bibliotecas" De Información Química O Biológica:** Son bases de datos que almacenan diferentes tipos de información proveniente de la química, las ciencias de la vida o médicas. Se pueden considerar en varios subtipos:

- Las que almacenan secuencias de nucleótidos o proteínas.
- Las bases de datos de rutas metabólicas.
- Bases de datos de estructura, comprende los registros de datos experimentales sobre estructuras 3D de biomoléculas-
- Bases de datos clínicas.
- Bases de datos bibliográficas (biológicas, químicas, médicas y de otros campos): PubChem, Medline, EBSCOhost.

**Modelos de bases de datos** Además de la clasificación por la función de las bases de datos, éstas también se pueden clasificar de acuerdo a su modelo de administración de datos.

Un modelo de datos es básicamente una "descripción" de algo conocido como contenedor de datos (algo en donde se guarda la información), así como de los métodos para almacenar y recuperar información de esos contenedores. Los

modelos de datos no son cosas físicas: son abstracciones que permiten la implementación de un sistema eficiente de base de datos; por lo general se refieren a algoritmos, y conceptos matemáticos.

### **Algunos modelos con frecuencia utilizados en las bases de datos:**

**Bases De Datos Jerárquicas:** En este modelo los datos se organizan en una forma similar a un árbol (visto al revés), en donde un *nodo padre* de información puede tener varios *hijos*. El nodo que no tiene padres es llamado *raíz*, y a los nodos que no tienen hijos se los conoce como *hojas*.

Las bases de datos jerárquicas son especialmente útiles en el caso de aplicaciones que manejan un gran volumen de información y datos muy compartidos permitiendo crear estructuras estables y de gran rendimiento. Una de las principales limitaciones de este modelo es su incapacidad de representar eficientemente la redundancia de datos.

**Base De Datos De Red:** Éste es un modelo ligeramente distinto del jerárquico; su diferencia fundamental es la modificación del concepto de nodo: se permite que un mismo nodo tenga varios padres (posibilidad no permitida en el modelo jerárquico).

Fue una gran mejora con respecto al modelo jerárquico, ya que ofrecía una solución eficiente al problema de redundancia de datos; pero, aun así, la dificultad que significa administrar la información en una base de datos de red ha significado que sea un modelo utilizado en su mayoría por programadores más que por usuarios finales.

**Bases De Datos Transaccionales:** Son bases de datos cuyo único fin es el envío y recepción de datos a grandes velocidades, estas bases son muy poco comunes y están dirigidas por lo general al entorno de análisis de calidad, datos de producción e industrial, es importante entender que su fin único es recolectar y recuperar los datos a la mayor velocidad posible, por lo tanto la redundancia y duplicación de información no es un problema como con las demás bases de datos, por lo general para poderlas aprovechar al máximo permiten algún tipo de conectividad a bases de datos relacionales.

Un ejemplo habitual de transacción es el traspaso de una cantidad de dinero entre cuentas bancarias. Normalmente se realiza mediante dos operaciones distintas, una en la que se decrementa el saldo de la cuenta origen y otra en la que incrementamos el saldo de la cuenta destino. Para garantizar la atomicidad del sistema (es decir, para que no aparezca o desaparezca dinero), las dos operaciones deben ser atómicas, es decir, el sistema debe garantizar que, bajo cualquier circunstancia (incluso una caída del sistema), el resultado final es que, o bien se han realizado las dos operaciones, o bien no se ha realizado ninguna.

**Bases de datos relacionales:** Éste es el modelo utilizado en la actualidad para modelar problemas reales y administrar datos dinámicamente. Tras ser postulados sus fundamentos en 1970 por Edgar Frank Codd, de los laboratorios IBM en San José (California), no tardó en consolidarse como un nuevo paradigma en los modelos de base de datos. Su idea fundamental es el uso de "relaciones". Estas relaciones podrían considerarse en forma lógica como conjuntos de datos llamados "tuplas". Pese a que ésta es la teoría de las bases de datos relacionales creadas por Codd, la mayoría de las veces se conceptualiza de una manera más fácil de imaginar. Esto es pensando en cada relación como si fuese una tabla que está compuesta por registros (las filas de una tabla), que representarían las tuplas, y campos (las columnas de una tabla).

En este modelo, el lugar y la forma en que se almacenen los datos no tienen relevancia (a diferencia de otros modelos como el jerárquico y el de red). Esto tiene la considerable ventaja de que es más fácil de entender y de utilizar para un usuario esporádico de la base de datos. La información puede ser recuperada o almacenada mediante "consultas" que ofrecen una amplia flexibilidad y poder para administrar la información.

El lenguaje más habitual para construir las consultas a bases de datos relacionales es SQL, Structured Query Language o Lenguaje Estructurado de Consultas, un estándar implementado por los principales motores o sistemas de gestión de bases de datos relacionales.

Durante su diseño, una base de datos relacional pasa por un proceso al que se le conoce como normalización de una base de datos.

Durante los años 80 la aparición de BASE produjo una revolución en los lenguajes de programación y sistemas de administración de datos. Aunque nunca debe olvidarse que dBase no utilizaba SQL como lenguaje base para su gestión.

**Bases De Datos Multidimensionales:** Son bases de datos ideadas para desarrollar aplicaciones muy concretas, como creación de Cubos OLAP. Básicamente no se diferencian demasiado de las bases de datos relacionales (una tabla en una base de datos relacional podría serlo también en una base de datos multidimensional), la diferencia está más bien a nivel conceptual; en las bases de datos multidimensionales los campos o atributos de una tabla pueden ser de dos tipos, o bien representan dimensiones de la tabla, o bien representan métricas que se desean estudiar.

**Bases de datos orientadas a objetos:** Este modelo, bastante reciente, y propio de los modelos informáticos orientados a objetos, trata de almacenar en la base de datos los objetos completos (estado y comportamiento).

Una base de datos orientada a objetos es una base de datos que incorpora todos los conceptos importantes del paradigma de objetos:

**Encapsulación** - Propiedad que permite ocultar la información al resto de los objetos, impidiendo así accesos incorrectos o conflictos.

**Herencia** - Propiedad a través de la cual los objetos heredan comportamiento dentro de una jerarquía de clases.

**Polimorfismo** - Propiedad de una operación mediante la cual puede ser aplicada a distintos tipos de objetos.

En bases de datos orientadas a objetos, los usuarios pueden definir operaciones sobre los datos como parte de la definición de la base de datos. Una operación (llamada función) se especifica en dos partes. La interfaz (o signatura) de una operación incluye el nombre de la operación y los tipos de datos de sus argumentos (o parámetros). La implementación (o método) de la operación se especifica separadamente y puede modificarse sin afectar la interfaz. Los programas de aplicación de los usuarios pueden operar sobre los datos invocando a dichas operaciones a través de sus nombres y argumentos, sea cual sea la forma en la que se han implementado. Esto podría denominarse independencia entre programas y operaciones.

**Bases de datos documentales:** Permiten la indexación a texto completo, y en líneas generales realizar búsquedas más potentes. Taurus es un sistema de índices optimizado para este tipo de bases de datos.

**Bases de datos deductivas:** Un sistema de base de datos deductiva, es un sistema de base de datos pero con la diferencia de que permite hacer deducciones a través de inferencias. Se basa principalmente en reglas y hechos que son almacenados en la base de datos. Las bases de datos deductivas son también llamadas bases de datos lógicas, a raíz de que se basa en lógica matemática. Este tipo de base de datos surge debido a las limitaciones de la Base de Datos Relacional de responder a consultas recursivas y de deducir relaciones indirectas de los datos almacenados en la base de datos.

### **Gestión de bases de datos distribuida (SGBD)**

La base de datos y el software SGBD pueden estar distribuidos en múltiples sitios conectados por una red. Hay de dos tipos:

**a. Distribuidos homogéneos:** utilizan el mismo SGBD en múltiples sitios.

**b. Distribuidos heterogéneos:** Da lugar a los SGBD federados o sistemas multibase de datos en los que los SGBD participantes tienen cierto grado de autonomía local y tienen acceso a varias bases de datos autónomas preexistentes almacenados en los SGBD, muchos de estos emplean una arquitectura cliente-servidor.

Estas surgen debido a la existencia física de organismos descentralizados. Esto les da la capacidad de unir las bases de datos de cada localidad y acceder así a distintas universidades, sucursales de tiendas, etcétera.

**3.1.14 Servidores locales.** El Servidor web se ejecuta en un ordenador manteniéndose a la espera de peticiones por parte de un cliente (un navegador web) y que responde a estas peticiones adecuadamente, mediante una *página web* que se exhibirá en el navegador o mostrando el respectivo mensaje si se detectó algún error. A modo de ejemplo, al teclear la dirección que queremos tener acceso en nuestro navegador, éste realiza una petición HTTP al servidor de dicha dirección. El servidor responde al cliente enviando el código HTML de la página; el cliente, una vez recibido el código, lo interpreta y lo exhibe en pantalla. Como vemos con este ejemplo, el cliente es el encargado de interpretar el código HTML, es decir, de mostrar las fuentes, los colores y la disposición de los textos y objetos

de la página; el servidor tan sólo se limita a transferir el código de la página sin llevar a cabo ninguna interpretación de la misma.

**Procesamiento Del Lado Del Servidor:** Un servidor web tiene la función de procesar los scripts del lado del servidor para dar una salida en HTML y otros lenguajes del lado del cliente al Navegador Web del cliente. La información a procesar podrá ser cedida por el cliente al script mediante cualquier aplicación en el entorno del Navegador. Para ello pueden utilizarse formularios web, enlaces con los valores implícitos en la cadena o cualquier otro método.

**Servidor Web Local:** Un Servidor Web Local es aquel Servidor Web que reside en una red local al equipo de referencia. El Servidor web Local puede estar instalado en cualquiera de los equipos que forman parte de una red local. Es por tanto obvio, que todos los Servidores Web, son locales a la red local en la que se encuentran, o como mínimo, locales al sistema en el que están instalados.

Cuando un servidor Web se encuentra instalado en el mismo equipo desde el cual se desea acceder puede utilizarse la dirección de Loopback, 127.0.0.1 en Ipv4 y: 1 en Ipv6. El puerto TCP 80 se obvia. Los archivos se almacenan en un directorio determinado por la configuración, generalmente modificable.

Existen numerosas aplicaciones que facilitan la instalación automática de servidores web Apache y aplicaciones adicionales como Mysql y PHP (entre otros), de forma conjunta, como XAMPP, JAMP o EasyPHP. Estas aplicaciones reciben el nombre de LAMP cuando se instalan en plataformas Linux, WAMP en sistemas Windows y MAMP en sistemas Apple Macintosh.

### 3.2 MARCO REFERENCIAL

El presente proyecto requiere del conocimiento de aspectos referentes al mantenimiento hospitalario en Colombia<sup>6</sup>, conceptos generales a las clases de mantenimiento<sup>7</sup>, también de la elaboración del cronograma de mantenimiento hospitalario y del lenguaje de programación php con conexión a la base de datos mysql.

---

<sup>6</sup> Circular externa N°029 (Marzo 13 de 1997) del Ministerio de Salud, Superintendencia nacional de Salud (Decreto 1769 de 1994).

<sup>7</sup> SECRETARIA DISTRITAL DE SALUD, Proyecto de Gestión en Tecnología Biomédica. Bogota.2002 pág. 49-50.

**3.2.1 Mantenimiento hospitalario.** Por mantenimiento hospitalario se entiende por la actividad técnico- administrativa dirigida principalmente a prevenir averías, así como actividades que tiendan a mejorar el funcionamiento del equipo (Artículo 7°, Decreto 1769 de 1994). [0]

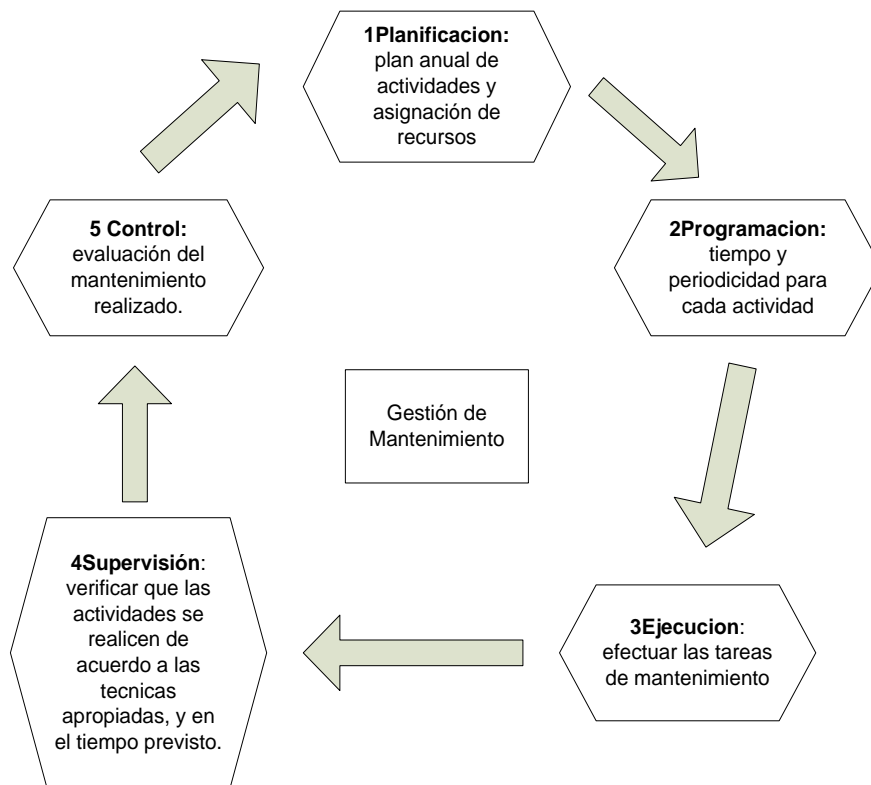
Objetivos del mantenimiento hospitalario:

- Garantizar la seguridad de los pacientes y del personal que administra y utiliza los recursos físicos del hospital.
- Contribuir para que la atención en la salud cumpla con las características de calidad previstas en la ley (art 153, de la ley 100 de 1993 y Decreto 2174 de 1996).
- Asegurar la disponibilidad y el funcionamiento eficiente de los recursos físicos para el servicio, para obtener el máximo rendimiento de la inversión económica de los recursos para la atención en salud, contribuyendo así a la reducción de los costos de operación de la institución.

**3.2.2 Plan de mantenimiento.** El plan de mantenimiento se entiende como el instrumento gerencial diseñado para proporcionar acciones sistemáticas de trabajo al departamento o servicio de mantenimiento de cada institución, debe incluir los objetivos, las metas, la programación de actividades, los recursos humanos, físicos, tecnológicos y financieros para cumplir con los objetivos propuestos en cada institución y los de mantenimiento hospitalario: a continuación se ilustra el proceso de gestión de planeación del mantenimiento hospitalario.



**Figura 5 Gestión de Mantenimiento**



Fuente: Esta investigación

Objetivos del plan de mantenimiento: el plan de mantenimiento de la dotación y la infraestructura hospitalaria, presenta los siguientes objetivos:

- Asegurar la asignación, dentro de los recursos asignados por la institución de los montos necesarios para el desarrollo de las labores de mantenimiento hospitalario, conforme a las necesidades previstas y manifestadas.
- Suministrar a las directivas de la institución y demás dependencias el cronograma de mantenimiento para que estas actúen coordinadamente, de igual manera proporcionar los medios de control y evaluación para la gestión de mantenimiento.

El plan de mantenimiento que se elabora en cada institución prestadora de salud y se debe contemplar los ítems que se definen para la infraestructura y para la dotación que se delimita en los artículos 2°,3°,4°,5°,6° del Decreto 1769 de 1994<sup>8</sup>

<sup>8</sup> COLOMBIA. PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA. Decreto 1769 de 1994. Bogotá: agosto de 1994.

de acuerdo con las características y condiciones de la institución; el plan de mantenimiento debe ser anual y debe organizarse como mínimos dos partes una para infraestructura y otra para la dotación hospitalaria, a continuación se mira las dos opciones el mantenimiento:

- Mantenimiento de la infraestructura.

Edificios  
Instalaciones físicas  
Sistemas de redes

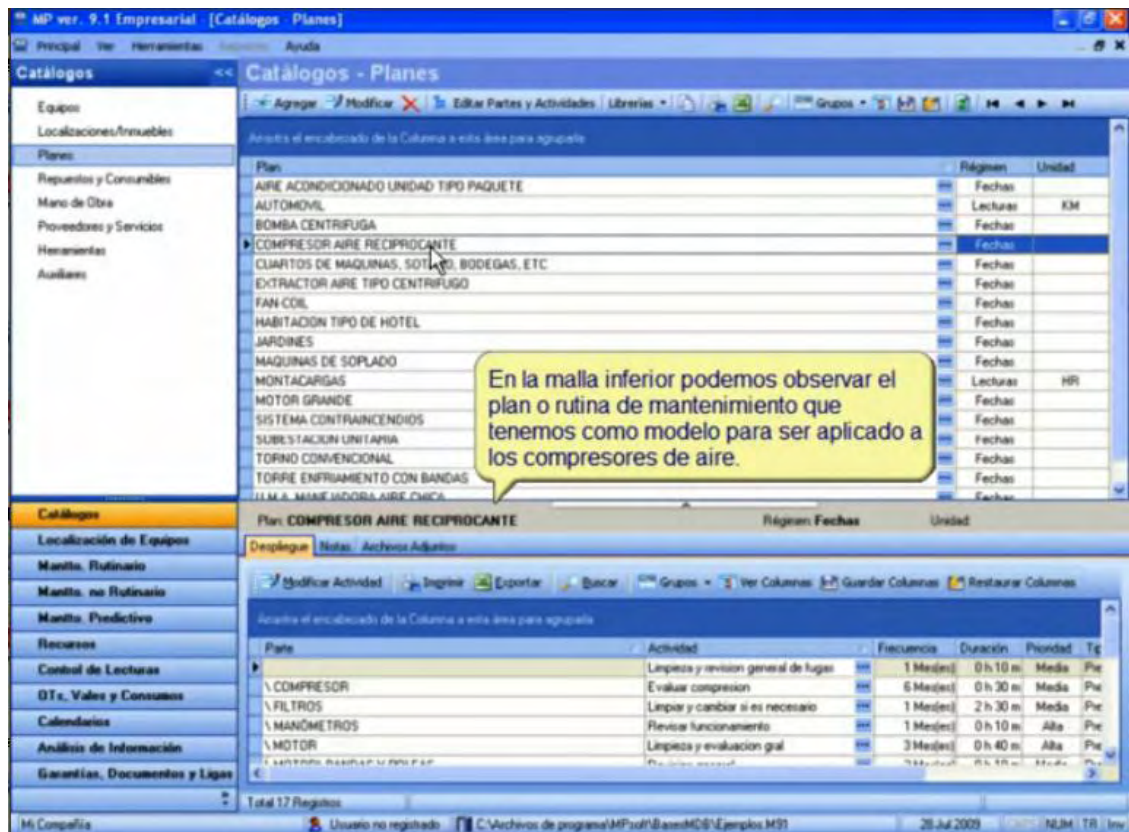
- Mantenimiento de dotación.

Equipo industrial de uso hospitalario  
Equipo biomédico  
Equipos de comunicaciones e informática

En cuanto a programas informáticos de mantenimiento hospitalario existen muchos en la actualidad y en el medio hospitalario, con muchas ayudas que permiten optimizar las labores de mantenimiento en las instituciones prestadoras de salud; debido a que estas herramientas informáticas permiten equilibrar las cargas de trabajo, programar correctamente al personal y/o instalaciones para su correspondiente mantenimiento; mejor aun permiten llevar un registro cronológico inmodificable que garantizará la confidencialidad de la información que el maneje.

Un ejemplo de un programa muy reconocido es el software "MP", cuyo pantallazo podemos ver en la siguiente figura, posee un entorno grafico amigable y es de fácil funcionamiento.

Figura 6. Software MP para planes de mantenimiento



Fuente: [http://www.mpsoftware.com.mx/software\\_mantenimiento/mp\\_demos\\_cmms.html](http://www.mpsoftware.com.mx/software_mantenimiento/mp_demos_cmms.html)

El cual permite el control y la administración del mantenimiento, forma su catálogo de equipos y documente en el MP toda la información de sus equipos, como por ejemplo, imágenes, localización, planos, archivos adjuntos, especificaciones, notas, garantías, datos del proveedor, etc. El MP ofrece gran versatilidad al permitir al usuario establecer sus propios campos personalizados para la captura del catálogo de equipos.

Otro ejemplo de programas de mantenimiento es el conocido software HyT desarrollado por parqueSoft, el cual es la solución integral para la gestión de centros médicos. Por su facilidad de uso, robustez, modularidad, además de tener un amplio despliegue de funcionalidades al servicio de las necesidades específicas de los equipos médicos.

Los profesionales de cualquier especialidad tienen a su alcance una aplicación completa que optimiza, sistematiza y agiliza el trabajo en hospitales, clínicas, policlínicas y consultorios, la siguiente figura es un pantallazo del software.

**Figura 7. Software DACI CLINIC para historia clínica**



Fuente: <http://www.softwaredesalud.com.co/MantenimientoHospitalario.html>

El software que se diseñó e implementó en la clínica “Nuestra Señora de Fátima S.A de pasto”, fue estructurado en el lenguaje de libre programación (php), ofrece múltiples características y le ofrece gran facilidad y entorno amigable para el usuario final, se tomó el ambiente amigable de los programas antes mencionados, y algunas de las opciones que ellos prestan al usuario.

Este software en primer lugar ofrece la asignación de roles, es decir dependiendo del cargo que desempeñe dentro de la clínica tiene acceso restringido a la información que se contenga en el programa.

En segundo lugar permite almacenar los equipos de infraestructura, es decir los diferentes sectores que conforman la planta física de la clínica; por otro lado permite almacenar los equipos médicos de la institución y sobre la cual labora el departamento de mantenimiento de la clínica, permitiendo aquí visualizar el registro cronológico, las correspondientes hojas de vida, y permite hacer la programación anual de el cronograma de mantenimiento.

También el software permite atender las solicitudes de servicio desde otras dependencias, pues el programa se conecta a la red local de la clínica, para así mejorar los tiempo de reacción en el departamento de mantenimiento de la clínica “Nuestra Señora de Fátima S.A”, todo esto acorde con la política de calidad que tiene actualmente por el proceso de certificación de calidad esto permitirá garantizar la confidencialidad y/o la posibilidad de no modificar de los registros generados y solicitudes de servicio gestionadas.

## **4. AREA DE MANTENIMIENTO CLINICA “NUESTRA SEÑORA DE FATIMA S.A”**

### **4.1 LINEAMIENTOS GENERALES**

CLINICA FATIMA S.A: LTDA. Es una institución prestadora de servicios de salud, cuenta con los servicios de consulta externa y especializada, urgencias, imagenología, quirófano, promoción y prevención, farmacia bodega de farmacia, nutrición entre otros servicios y en los cuales se está trabajando para alcanzar niveles óptimos de aceptación y calidad tanto en el público, empleados y usuarios en general.

**MISIÓN.** La clínica Nuestra Señora de Fátima S.A presta servicios de salud con calidad y seguridad a través de un equipo humano competente fundamentado en valores y principios corporativos, con el recurso físico y tecnológico adecuado para el mejoramiento continuo en beneficio de todos sus usuarios.

**VISIÓN.** Ser una empresa líder en la prestación de servicios de salud del sur occidente colombiano, certificada, acreditada, con alta tecnología y el mejor equipo humano.

**POLITICAS DE CALIDAD.** En la clínica Nuestra Señora de Fátima S.A, estamos comprometidos con la seguridad y la satisfacción permanente del paciente y su grupo familiar, mediante la oportunidad de nuestros servicios de calidad, con el mejoramiento continuo de los procesos y el cuidado del medio ambiente.[0]

### **OBJETIVOS DE CALIDAD**

- Convertirse en líder de la prestación de servicios de salud para satisfacer las necesidades de los usuarios.
- Lograr un equipo humano comprometido, fundamentado en principios y valores, para la satisfacción permanente del paciente y su grupo familiar.

- Fortalecer en el personal de la clínica Nuestra Señora de Fátima S.A, el compromiso frente a la seguridad del paciente.
- Mantener y mejorar el sistema de Gestión de Calidad para asegurar la satisfacción de nuestros clientes y el cumplimiento de las normas vigentes.

## **4.2 PRESENTACIÓN DE LA CLÍNICA NUESTRA SEÑORA DE FÁTIMA**

Consiste en hacer un recorrido para conocer, y reconocer las instalaciones de la empresa, además del personal de cada uno de los departamentos con los que cuenta la institución, entre otros administrativos, contabilidad, apoyo logístico, las unidades de cuidados intensivos tanto adultos como neonatales, sobre todo los jefes de servicio con los quien se estuvo en contacto permanente, pues con ellos se debía solicitar los equipos al momento de un mantenimiento ya sea de tipo preventivo, correctivo, ó para hacerles metrología biomédica.

## **4.3 INDUCCIÓN Y CAPACITACIÓN**

Es un proceso que se desarrolla de acuerdo con las características propias del nuevo personal. Para el caso del recurso humano que llega al departamento de mantenimiento se realiza un reconocimiento y explicación del funcionamiento de todos los equipos, piezas de mano, y demás accesorios con los cuales se trabajará como por ejemplo se pudieron observa equipos muy sencillos tal es el caso de termo-higrómetros, termómetros, y otros muy complicados como equipos de rayos x, equipos de ecografía. También se explicaron los lugares donde se compran insumos y cosas que se necesiten para las labores mantenimiento. [0]

Con la ayuda de los manuales y la explicación del ingeniero en jefe se procede a conocer a fondo el funcionamiento de cada uno de los equipos. Las rutinas de mantenimiento que se deben practicar y las ya practicadas a los equipos, además de las especificaciones y recomendaciones que los fabricantes dan de los equipos para su óptimo funcionamiento y mayor duración de las partes e insumos.

## 5. METODOLOGIA

El desarrollo de este proyecto de pasantía se llevó a cabo en las instalaciones de la clínica “Nuestra Señora de Fátima S.A.” de Pasto, especialmente en el área de mantenimiento, en horarios laborales, que estuvo regido por un cronograma de trabajo sistemático, secuenciado y organizado, teniendo en cuenta la administración de los recursos y el espacio físico en donde se trabajó para el desarrollo del proyecto.

A lo largo del proyecto se entregaron informes bimestrales sobre las tareas adelantadas con el fin de cumplir el 100% de los objetivos planteados en el anteproyecto, cabe destacar que hubo algunos percances en cuanto a la disponibilidad de los equipos. Pero ello no retrasó el cumplimiento del cronograma propuesto en el anteproyecto.

Para facilitar el desarrollo de la pasantía se optó por seguir los siguientes pasos, los cuales están bien definidos en tres grupos y que se nombran a continuación:

Como primer paso se hizo referencia a las tareas de mantenimiento tanto preventivo y/o acciones correctivas siguiendo el plan programado que posee la entidad, con la división por tipos de equipos y por áreas que allí se manejan, por otro lado las acciones correctivas fueron atendidas mediante las solicitudes de servicio realizadas por las diferentes dependencias.

En segundo lugar se propone trabajar en el diseño, construcción y depuración de algoritmos de programación con el fin de estructurar el software de mantenimiento en un lenguaje de libre programación, y así tener una herramienta informática que permita realizar de una manera más dinámica el proceso de programación de cronograma de mantenimientos de los equipos médicos con los que cuenta la clínica.

En tercer lugar se adelantó labores de diseño y construcción de la tarjeta de control de autoclave, para lo cual se subdividió en otros tres ítems:

- Se identificó los componentes del autoclave, discriminando las partes de acuerdo a la función que cumplan.



- Se analizó y comprendió cual es la tarea que debe ejecutar la tarjeta de control electrónica, observando que era necesario un circuito que permita tener el control de la electroválvula; la cual permite el paso de gas hacia el calderin, luego mediante una etapa de temporización, el cual es el encargado de permitir unos arcos de voltaje por unos segundos mientras se enciende el gas, y por ultimo paso se debe hacer una etapa de censado de presión al interior de la cámara pues no debe exceder la presión nominal y de ser así en donde se supere los umbrales de presión; se debe cerrar la electroválvula para que no siga el proceso de calentado, una vez la presión nominal baje se debe comenzar el ciclo y así garantizar que el esterilizado quede bien hecho.
- Mirar y realizar pruebas de funcionamiento en el equipo de esterilización y garantizar su buen y duradero funcionamiento.

## 6. MANTENIMIENTO DE EQUIPOS BIOMEDICOS

El mantenimiento de los equipos biomédicos en las entidades prestadoras de salud, es un requisito fundamental para asegurar el buen funcionamiento de los mismos, y así poder garantizar la calidad en los procedimientos médicos.

### 6.1 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El mantenimiento preventivo de los equipos está regido por el cronograma de mantenimiento que se hace anual para los equipos biomédicos con los que cuenta la dependencia, las actividades desarrolladas dentro de este tipo de mantenimiento son:

**Inspección:** Comprobación del estado actual y funcionamiento de los equipos.

**Limpieza:** Consiste en la eliminación de impurezas y factores que pueden deteriorar el equipo y sus accesorios.

**Lubricación:** se hace con el fin de evitar el desgaste, garantizar mayor durabilidad.

**Ajuste:** asegura que se mantengan los valores estándar de los equipos.

**Reemplazo de algunas partes:** al momento de realizar el mantenimiento de los equipos se observa piezas con desgaste o partidas, o que ya cumplieron su vida útil es necesario cambiarlas por otras nuevas y así reducir la posibilidad de un fallo.

**Pruebas:** se hace con el fin de garantizar que el equipo quede en condiciones normales de funcionamiento y además de verificar los parámetros.

En el transcurso de la pasantía se tuvo la oportunidad de hacerle mantenimiento a los equipos biomédicos con los que cuenta la clínica, estos son aproximadamente 280, y están distribuidos en diferentes servicios, abarcan una amplia gama y por ello tiene diferentes clasificaciones de riesgo biomédico, por destacar algunos tenemos:

- Equipo: ventilador mecánico
- Marca: TAEMA
- Ubicación: Uci Adultos

**Figura 8. Ventilador Mecánico- Marca Taema**



Fuente: esta investigación

Este es un equipo con clasificación de riesgo biomédico número 3, lo que nos indica que es utilizado para mantener y/o proteger la vida humana, lo cual nos da a entender que debe estar en óptimas condiciones de operatividad siempre, las rutinas de mantenimiento preventivas practicadas a este equipo se indican en el siguiente cuadro:

**Tabla 1. Rutina de mantenimiento preventivo - Ventilador Taema**

No	RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	PERIODICIDAD
	<b>MANTENIMIENTO 2.500 HORAS</b>	
1	Abrir la cubierta para desempolvar	Cada 2.500 H
2	Comprobación de conexiones	Cada 2.500 H
3	Comprobación de tubos	Cada 2.500 H
4	Comprobación de las pilas > =3,5V	Cada 2.500 H
5	Pruebas de verificación antes de puesta en servicio	Cada 2.500 H
	<b>MANTENIMIENTO 5.000 HORAS</b>	
6	Abrir la cubierta para desempolvar	Cada 5.000 H
7	Comprobación de conexiones	Cada 5.000 H
8	Comprobación de tubos	Cada 5.000 H
9	Comprobación de las pilas > =3,5V	Cada 5.000 H
10	Cambio de kit 5.000 Horas <b>KB013500</b>	
11	<b>KY318300</b> transductor hilo caliente inspiratorio	Cada 5.000 H
12	<b>KY432900</b> filtro válvula inspiratoria	Cada 5.000 H
13	<b>KY432800</b> filtro refrigeración interna por 12	mensual
14	<b>BM052100</b> guía tubuladura tomas aire y oxigeno	Cada 5.000 H
15	<b>YJ041500</b> junta 18X2 para transductor hilo caliente espiratorio	Cada 5.000 H
16	<b>YJ062000</b> junta 5X12 para toma presión válvula espiratoria	Cada 5.000 H
17	<b>KY460300</b> membrana válvula espiratoria	A juicio
18	Si requiere también cambiar la mariposa antiretroceso de la válvula espiratoria <b>KY427100</b>	A juicio
19	Pruebas de verificación antes de puesta en servicio	Cada 5.000 H
	<b>MANTENIMIENTO 20.000 HORAS</b>	
20	Abrir la cubierta para desempolvar	Cada 20.000 H
21	Comprobación de conexiones	Cada 20.000 H
22	Comprobación de tubos	Cada 20.000 H
23	Comprobación de las pilas > =3,5V	Cada 20.000 H
24	Cambio de kit 20.000 Horas <b>KB013700</b>	
25	<b>KY318300</b> transductor hilo caliente inspiratorio	Cada 20.000 H
26	<b>KY097000</b> mariposas antiretroceso entrada aire y oxigeno	Cada 20.000 H
27	<b>KY429500</b> reductor equipo	Cada 20.000 H
28	<b>KY340500</b> equilibrador	Cada 20.000 H
29	<b>KY430900</b> EV seguridad	Cada 20.000 H
30	<b>KY432900</b> filtro valvula inspiratoria	Cada 20.000 H
31	<b>KY430300</b> filtro entradas aire, oxigeno 5 micras (lote de 2)	Cada 20.000 H
32	<b>KY432800</b> filtro refrigeración interna por 12	Cada 20.000 H
33	<b>BM052100</b> guía tubuladura tomas aire y oxigeno	Cada 20.000 H
34	<b>YJ041500</b> junta 18X2 para transductor hilo caliente espiratorio	Cada 20.000 H
35	<b>YJ062000</b> junta 5X12 para toma presión valvula espiratoria	Cada 20.000 H
36	<b>KY460300</b> membrana valvula espiratoria	Cada 20.000 H
37	Si requiere también cambiar la mariposa antiretroceso de la valvula espiratoria <b>KY427100</b>	Cada 20.000 H
38	Pruebas de verificación antes de puesta en servicio	Cada 20.000 H

Fuente. Esta investigación

En su configuración y programa de interfaz de usuario el equipo presenta unas opciones de auto chequeo la cual es importante hacerla porque de esta manera se puede hacer un diagnostico de el funcionamiento interno, indiciando en pantalla si hay alguna falla. En el siguiente cuadro también se puede mirar las observaciones que da el fabricante para que el equipo conserve su funcionamiento adecuado.

**Tabla 2. Recomendaciones del fabricante- Ventilador Taema**

<b>Recomendaciones del Fabricante</b>
<p>El test de verificación debe ser superado con éxito y totalmente para poder utilizar el equipo. Este equipo solo debe ser manipulado y utilizado por personal capacitado y que esté totalmente familiarizado con su funcionamiento.</p> <p>No se deben golpear los acoples rápidos de pared de aire y de oxígeno pues se pueden deformar. No utilizar polvos abrasivos, alcohol, acetona u otros disolventes fácilmente inflamables para su limpieza.</p> <p>Se debe utilizar un mandril anti estático para evitar daños en componentes electrónicos en el desmontaje del equipo como las EPROM.</p> <p>El funcionamiento de este equipo puede verse afectado por las interferencias electromagnéticas de ciertos equipos como los aparatos de diatermia, de electrocirugía de alta frecuencia, desfibriladores o teléfonos celulares.</p> <p><b>Utilización de Oxígeno</b></p> <p>Utilizar sin fuentes incandescentes en las proximidades.            No utilizar disolventes para lavar al paciente.            En caso de fuga, evitar cualquier llama y fuente de chispas, cerrar la llave de la fuente de oxígeno.</p> <p><b>Con respecto a las tabuladoras, estas deben ser:</b></p> <p>De poco peso, flexibles y resistentes a la oclusión.            De baja complianza y con mínima resistencia al flujo            De reducido espacio muerto en la conexión del paciente.            Deben disponer de conexiones seguras y de tamaño estándar.            El equipo debe operar en condiciones ambientales normales, temperatura 0 - 40 grados C, (50 - 80)% HR</p>

Fuente. Esta investigación

Una vez realizado el mantenimiento preventivo, después de haberle hecho el auto test al equipo se genera un reporte, donde se da a conocer el estado del equipo y las condiciones de operatividad en que se encuentra.

**Tabla 3. Reporte de Mantenimiento- Ventilador Taema**

Reporte de Servicio		Mantenimiento Preventivo	
Fecha	Detalle Actividades		
xx/xx/xx	<b>Estado inicial:</b>	Equipo programado para mantenimiento preventivo.	
	<b>Actividad:</b>	Se realiza mantenimiento eléctrico sobre la UPS y cables de poder, se realiza mantenimiento electrónico sobre las tarjetas fuente y principal, se realiza mantenimiento neumático a mangueras y verificación de transductor de pérdida de carga, amortiguador neumático y sensores de presión, se realizan pruebas de verificación y funcionamiento, el equipo se entrega funcionando correctamente a las 19416 horas de trabajo.	
	<b>Repuestos:</b>	Ninguno	
	<b>Entrega:</b>		<b>Recibe:</b>

Fuente. Esta investigación

- Equipo: TAC
- Marca: SIEMENS
- Ubicación: Imagenología

**Figura 9. Tomógrafo- Marca Siemens**



Fuente: Esta investigación

El equipo presenta una clasificación de riesgo IIB, la cual nos indica que tienen un riesgo moderado alto, y está sujeto a controles especiales de diseño y fabricación,

se utiliza en el diagnóstico médico. Las rutinas de mantenimiento preventivas practicadas a este equipo se indican en el siguiente cuadro:

**Tabla 4. Ruinas de Mantenimiento Preventivo- Tomógrafo Siemens**

RUTINAS DE MANTENIMIENTO		
No	RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	PERIODICIDAD
	<b>MANTENIMIENTO ELECTRICO</b>	
	Mantenimiento del tablero de Eduardo marquez	Anualmente
	Mantenimiento del generador	Anualmente
	<b>MANTENIMIENTO ELECTRONICO</b>	
	Mantenimiento interno de tarjetas del gantri	Anualmente
	Mantenimiento de ventiladores y extractores de calor de la M.A.S BOARD	Anualmente
	<b>MANTENIMIENTO POR SOFTWARE</b>	
	Verificación por software de warning y/o errores presentados	Anualmente
	Prueba de verificación	Diaria
	<b>VERIFICACION DE FUNCIONES</b>	
	Prueba de funciones de la mesa	Anualmente
	Prueba de funciones del gantri	Anualmente
	Prueba de funciones del remoto	Anualmente
	Prueba de funciones de consola	Anualmente
	<b>PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO CON FANTOMAS</b>	
	Fantoma de agua	Anualmente
	Fantoma de corte	Anualmente
	Fantoma de hilo	Anualmente
	<b>CALIBRACION</b>	
	Fantoma de agua (requerirse)	Anualmente
	Fantoma de corte (requerirse)	Anualmente
	Fantoma de hilo (requerirse)	Anualmente
	<b>COMPROBACION DE SEGURIDAD</b>	
	Verificación de los indicadores de radiación	Anualmente
	Circuito de paro de emergencia	Anualmente
	Interruptor de seguridad en mesa	Anualmente
	Comprobación de dispositivos de seguridad de operarios	Anualmente
	Fantomas de medición	Anualmente
	Accesorios de posicionamiento	Anualmente
	<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>	
	Lubricación de cojinete de rotación principal	Anualmente
	Comprobaciones/ sustituciones de escobillas	Anualmente
	Comprobaciones/ sustituciones de filtro de aire	Anualmente
	Lubricación de eje para desplazamiento vertical de la mesa	Anualmente
	Lubricación de eje para desplazamiento horizontal de la mesa	Anualmente
	Lubricación de la guía para desplazamiento horizontal de la mesa	Anualmente
	Comprobación del mecanismo de bloqueo del apoya cabezas	Anualmente

Fuente. Esta investigación

Como es un equipo que emite radiaciones, se debe acondicionar muy bien las instalaciones donde se ubica, es decir se debe cubrir de plomo las paredes, con el fin de evitar que las radiaciones se propaguen a otros lugares, todo esto de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.

**Tabla 5. Recomendaciones del Fabricante- Tomógrafo Siemens**

Recomendaciones del Fabricante
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar que la lámpara de radiación este funcionando</li> <li>• Cerrar las puertas para evitar fugas de radiación</li> <li>• En caso de emergencia utilizar el hongo de parada</li> <li>• Tener en cuenta que el equipo no opera con energía de emergencia</li> <li>• No intentar manipular los tableros eléctricos ni generadores</li> <li>• El equipo debe operar en condiciones ambientales normales, temperatura 0 - 40 grados C, (50 - 80)% HR</li> <li>• No se debe apagar el aire acondicionado, es para manejar la temperatura del equipo</li> <li>• Verificar el funcionamiento del extractor de la MAS BOARD</li> <li>• Asegurarse de que el paciente no esté en estado de embarazo</li> </ul>

Fuente. Esta investigación

Una vez terminado el mantenimiento y luego de verificado el buen funcionamiento del mismo se emite un reporte de servicio, en donde se consigna todos los aspectos técnicos y las condiciones de tolerabilidad en que quedo el equipo. Este reporte se puede ver en el siguiente cuadro:

**Tabla 6. Reporte de Mantenimiento- Tomógrafo Siemens**

Reporte de Servicio	Mantenimiento Preventivo	
Fecha	Detalle Actividades	
xx/xx/xx	<b>Estado inicial:</b>	Equipo programado para mantenimiento preventivo
	<b>Actividad:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se realiza mantenimiento al tablero eléctrico de 400V y se verifican componentes</li> <li>• Se realiza limpieza interna al generador y se verifican componentes</li> <li>• Se retira la cubierta del gantri y se realiza mantenimiento al hardware limpiando el filtro del extractor de calor de la MAS Board,</li> <li>• Se soplan las tarjetas electrónicas y se aplica limpiador electrónico de contactos</li> <li>• El equipo se encuentra en condiciones normales de funcionamiento</li> </ul>
	<b>Repuestos:</b>	
	<b>Entrega:</b>	<b>Recibe:</b>

Fuente. Esta investigación



Las anteriores acciones preventivas se registran en la hoja de vida de los equipos correspondientes, de acuerdo con las fechas indicadas en el cronograma de mantenimiento, se debe llevar un formato de mantenimiento el cual es aprobado pro calidad, siguiendo los lineamientos que dicta la norma ISO 9001 versión 2008, en el numeral cuatro, que corresponde al control de documentos, norma en la cual se está certificando en calidad la clínica.

## **6.2 MANTENIMIENTO CORRECTIVO**

Este mantenimiento corresponde a las reparaciones y/o ajustes que deben hacerse en los equipos de una manera esporádica y no están contempladas en el cronograma de mantenimiento anual planteado por el departamento de mantenimiento de la institución prestadora de salud, este tipo de mantenimiento se realiza a partir de una solicitud de servicio realizada por los usuarios de los equipos o la infraestructura, esta solicitud debe tener un formato especial aprobado pro calidad pues debe ir conforme con la acreditación en calidad que se adelanta en la institución. A lo largo de la pasantía se atendieron múltiples solicitudes mantenimiento de diferentes servicios y equipos, este tipo de fallas se debían especialmente a malos manejos, a desgaste de maquinarias, u situaciones adversas como un derramamiento de liquido sobre el equipo; en promedio en el transcurso de la pasantía se atendieron 620 solicitudes de servicio comprendidas en infraestructura, equipo biomédico y red telefónica de la institución, a continuación se menciona algunas:

- Equipo: MONITOR SIGNOS VITALES
- Marca: CRITICARE
- Ubicación: UCI NEONATAL

**Figura 10. Monitor de Signos vitales- Marca Siemens**



Fuente: Esta investigación

Se atiende a la solicitud de servicio del área de uci neonatal, reportan que el equipo se apaga esporádicamente, se observa el equipo y se determina que es necesario retirarlo del área y transportarlo a la oficina de mantenimiento. Se le practica la siguiente rutina:

- Inspección general del equipo y verificación del funcionamiento.
- El equipo enciende pero no muestra nada en la pantalla.
- Se revisa la tarjeta electrónica, se mira estado de las correas de datos, pero su estado no cambia.
- Se limpia todo el circuito con limpiador electrónica, para quitar posible cortos, pero el estado no cambia.
- Se observa que la pantalla enciende pero la fuente de luz, es decir las lámparas no encienden, por lo que revisan el estado de cada una de ellas.
- Las lámparas están en buen estado, por lo que el problema está en el balastro.
- Se retira el balastro para probarlo, se observa que está funcionando bien, por lo que se dice que hay un problema en la tarjeta, se revisan caminos y pistas, observando que hay unos caminos que están haciendo corto, se instala el balastro en otro lugar.
- Se observa que ya enciende la pantalla, se hacen pruebas de funcionamiento con el simulador de paciente, para verificar las condiciones de operatividad.

Una vez atendida esta solicitud de servicio se genera un reporte, en donde se da a conocer las labores realizadas, y los materiales utilizados.

**Tabla 7. Reporte de Mantenimiento- Monitor de signos vitales Criticare**

Reporte de Servicio		Correctivo	X	Mejorativo	Otro
<b>Fecha</b>	<b>Detalle Actividades</b>				
xx/xx/xx	<b>Estado inicial:</b>	El equipo se apaga			
	<b>Actividad:</b>	Se revisa el estado del adaptador de luz, se hace limpieza de la tarjeta electrónica y correas de datos, se limpia los sensores y demás accesorios. Se hace pruebas de funcionamiento por más de 20 minutos con simulador de paciente calibrado, el equipo se entrega funcionando correctamente al servicio.			
	<b>Repuestos:</b>	Ninguno			
	<b>Entrega:</b>				<b>Recibe:</b>

Fuente: Esta investigación

- Equipo: MONITOR SIGNOS VITALES
- Marca: EXPANDING
- Ubicación: HOSPITALIZACION

**Figura 11. Monitor de Signos vitales- Marca Expanding**



Fuente: Esta investigación

Se atiende a la solicitud de servicio del servicio de hospitalización, reportan que el equipo no marca señal de saturación (SPO2), se observa el equipo y se determina que es necesario retíralo del servicio y transportarlo a el área de mantenimiento. Se le practica la siguiente rutina:

- Inspección general del equipo y verificación del funcionamiento.
- Se cambia el sensor SPO2 por uno nuevo, pero aún sigue sin registrar la señal.
- Se revisa la tarjeta electrónica se limpia el modulo de censado, se limpian conectores y correas de datos.
- Se retocan punto de soldadura, y se hace un seguimiento a la corriente que circula, observando que tiene una compuertas negadoras de tecnología TTL, las cuales están en niveles bajos de voltaje siempre, y esto nos indica que hay un problema lógico.
- Se busca en el comercio estas compuertas pero no son de fácil consecución, así que se decidió comprar la tarjeta nueva.

Una vez terminado el mantenimiento, se deja el equipo en el área de mantenimiento hasta que lleguen los repuestos, el reporte generado es el siguiente:

**Tabla 8 Reporte de Mantenimiento- Monitor de signos vitales Expanding**

Reporte de Servicio		Correctivo	X	Mejorativo	Otro
Fecha	Detalle Actividades				
xx/xx/xx	Estado inicial:	El equipo no registra saturación de oxígeno			
	Actividad:	Se encuentra que el sensor SPO2 no esta registrando, se cambia el sensor, pero el problema persiste, se realiza una limpieza del modulo SPO2, se realizan pruebas de funcionamiento y continua sin medir SPO2, se revisan componentes de la tarjeta electrónica fisibles, resistencias, conectores, se retocan puntos de soldadura y se hacen de nuevo las pruebas se encuentra que el problema persiste, el equipo requiere un cambio de este modulo. El equipo queda fuera de servicio.			
	Repuestos:	1 sensor de SPO2 nuevo.			
	Entrega:	Recibe:			

Fuente: Esta investigación

## **7. SOFTWARE DE MANTENIMIENTO**

Con el fin de organizar de una mejor manera la información de los equipos biomédicos, de infraestructura, de inventario y gestionar las solicitudes de servicios, el departamento de mantenimiento debe tener un software administrador de tareas.

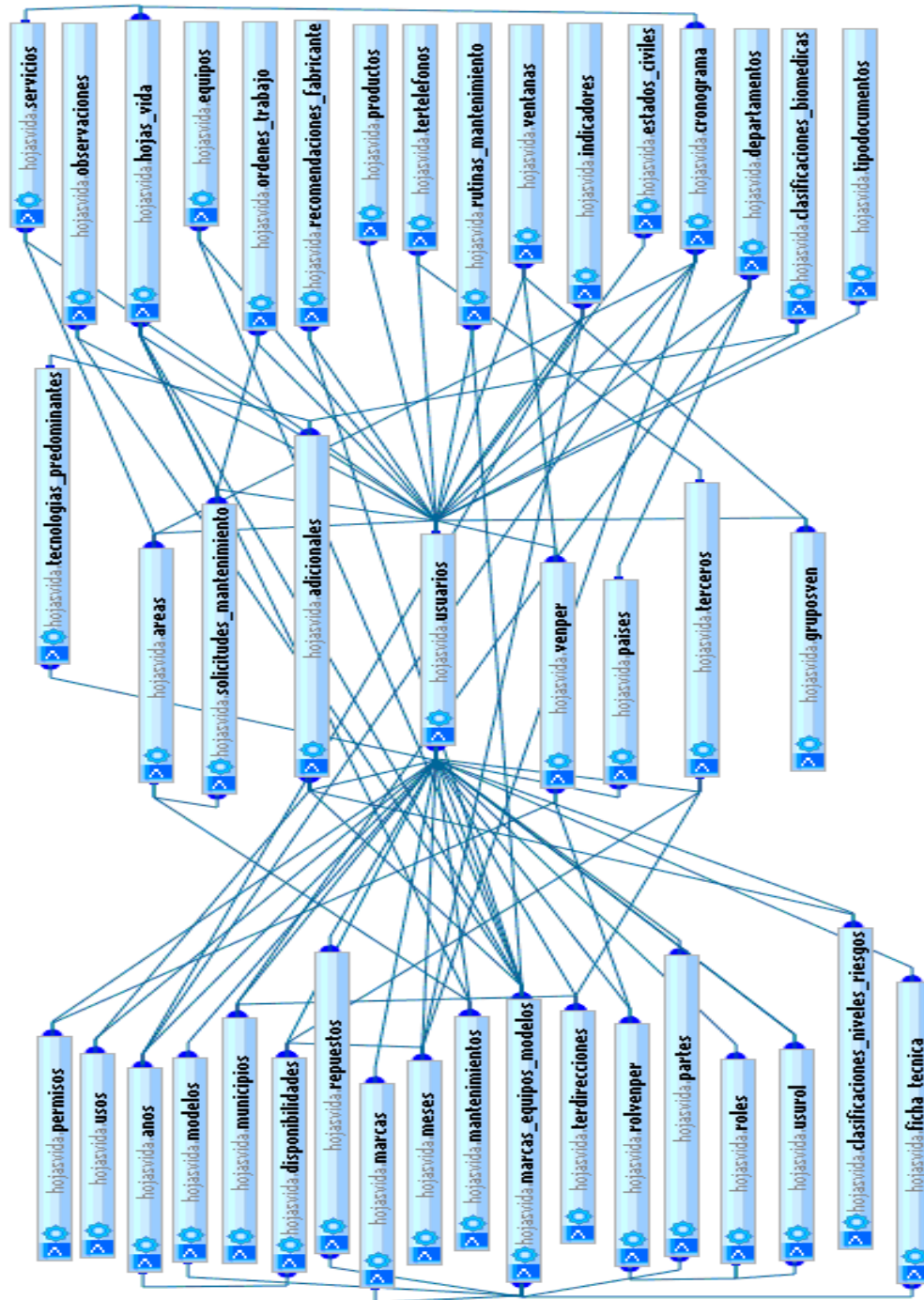
En el presente proyecto de pasantía se desarrollo un programa administrador de mantenimiento, con un lenguaje de libre programación y de fácil conexión a servidores como es el caso de PHP (Hypertext Pre-processor), además la conexión a la bases de datos se realizó por consultas, que llevan comandos mysql, para el desarrollo de la herramienta informática se probó con servidores locales en primera estancia (WAMP SERVER, XAMPP) con el fin de lograr instalar la base de datos y poder ejecutar consultas desde un formulario diseñado en dreamwever.

### **7.1 ELABORACION DE LA BASE DE DATOS**

Para una rápida gestión de consultas se debe hacer una base de datos bien estructurada, de tal manera que se eliminen al máximo los campos nulos, se pueda contener en muy pocas tablas la información relacionada a todos los equipos medico y de infraestructura así como llevar el registro cronológico de una manera estructurada, lo cual nos garantizará la confidencialidad y la no alteración de los datos almacenados.

Para la elaboración de esta base de datos se usa un sistema de claves foráneas para las tablas secundarias y una llaves primarias y una principal, para la tabla principal, la cual va a recopilar la información de las demás tablas y así poder presentar la información completa al momento de hacer una consulta mediante el formulario, la base de datos que se diseño y se fue depurando con el probar es la indicada en la Figura 2, la cual muestra de manera sistemática la relación y las claves foráneas que se manejan.

Figura 12. Base de Datos de Mantenimiento



Fuente: Esta investigación

## 7.2 ESTRUCTURA BASICA

Se hace una aplicación a manera de página web, la cual fue diseñada con base en las necesidades del departamento de mantenimiento de la clínica.

Como respuesta a los requisitos planteados, se maneja un sistema de acceso multiusuario, lo cual propone una o varias conexiones a la base de datos, los usuarios registrados tienen acceso a la información y generación de reportes de mantenimiento, se debe destacar que con el fin de garantizar que los datos no se puedan modificar, el reporte se genera en un formato de texto portable (PDF).

**7.2.1 Formulario de acceso.** Este es el formulario de acceso al programa, en donde se debe digitar el nombre y contraseña del usuario para poder acceder al menú principal, este formulario ejecuta una consulta mediante un comando de php en la base de datos para poder validar los datos introducidos por el usuario, en la Figura 3 se muestra el formulario de acceso.

**Figura 13. Formulario de acceso**

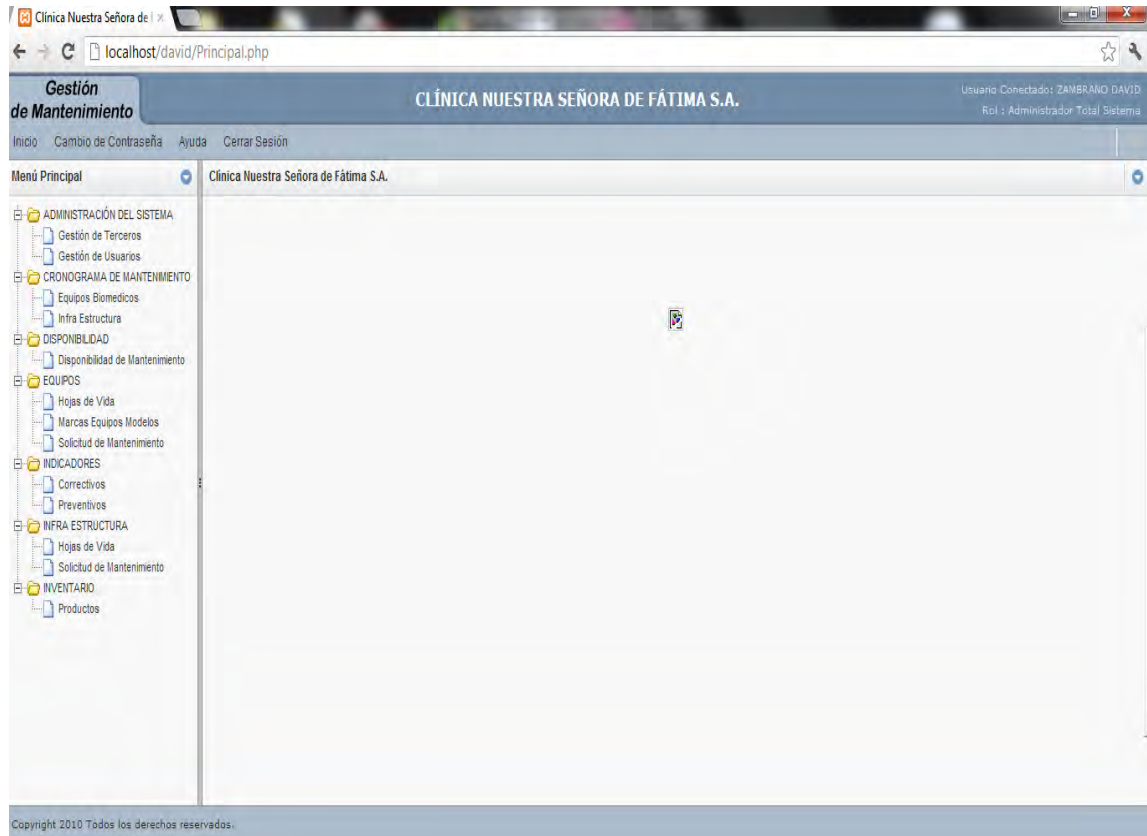


Fuente: Esta investigación

Por petición de la oficina de calidad se ha implantado unas líneas de código donde se den diferentes niveles de acceso, con el fin de que los usuarios puedan ver la información que les concierna a ellos.

**7.2.2 Menú principal.** En el departamento de mantenimiento se manejan siete aspectos fundamentales, que se pueden mirar en la Figura 4.

**Figura 14. Menú principal**



Fuente: Esta investigación

A continuación se explica lo relacionado a cada botón:

- **Administración del sistema:** esta opción permite al personal que labora en el departamento de mantenimiento, primero conocer y saber el personal disponible, segundo saber quiénes van a interactuar con el software, además de permitir darle un rol (claves de usuario), es decir dependiendo del nivel de usuario se determina que información se puede visualizar.
- **Cronograma de mantenimiento:** aquí se da una discriminación de todos los equipos biomédicos con los que cuenta la clínica, este reúne la información de la periodicidad con que se deben hacer los mantenimientos preventivos de



todos los equipos, y los organiza de una manera entendible y con el formato que la oficina de calidad lo requiere: también nos permite obtener la información de la infraestructura, en cuanto a las fechas que se programan para mantenimiento preventivo.

- **Equipos:** este es una pestaña muy completa pues contiene tres aspectos fundamentales, como son:

*Hoja de vida:* en esta parte se puede consultar la información más relevante de los equipos médicos, además de conocer los procedimientos tanto correctivos, como preventivos que se le hayan practicado a los mismos.

*Marcas Equipos Modelos:* permite al usuario adicionar nuevos equipos al sistema.

*Solicitud de mantenimiento:* en esta parte se le da la opción a los usuarios de pedir al departamento de mantenimiento la revisión de un equipo que no este operando correctamente, esto se hace vía internet, y el usuario solo ve un formulario aprobado anteriormente por el comité de calidad.

- **Indicadores:** estos indicadores son los que le indican a la oficina y el comité de calidad que el sistema en verdad funciona y se está implementando de una manera correcta, esto se lo puede ver de una manera más clara en la grafica estadística que se genera, estos indicadores se generan tanto para los mantenimientos preventivos como correctivos, y se tienen en cuenta las solicitudes hechas para infraestructura, como también para equipos médicos.
- **Disponibilidad mantenimiento:** aquí se crea un calendario mensual donde se programa por semanas al personal de mantenimiento, en caso de haber imprevistos en horarios extra laborales.
- **Infraestructura:** el mantenimiento hospitalario no solo se encarga de los equipos médicos, sino también de las instalaciones físicas con las que se cuenta como por ejemplo pasillos, salas de espera, baños, habitaciones etc., por eso se debe realizar una programación mensual para todo un año de mantenimientos preventivos, las solicitudes se deben hacer solicitudes vía internet desde otras servicios en caso de requerir reparación de alguna planta física.

- **Inventario:** Esta opción nos permite ver los repuestos consumibles con los que se cuenta en el departamento de mantenimiento en cuanto a lo referente a parte e insumos de los equipos médicos.

### 7.3 CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO

En el departamento de mantenimiento de la clínica “Nuestra Señora de Fátima”, se elaboran anualmente dos cronogramas de mantenimiento, el primero tiene que ver con la parte de los equipos biomédicos, y el segundo tiene que ver con la parte de infraestructura, a continuación se explican los dos cronogramas elaborados en el departamento de mantenimiento.

**7.3.1 Cronograma de mantenimiento equipo médico.** El cronograma de mantenimiento es elaborado cada año, este cronograma esta discriminado por diferentes aspectos como son, la marca, el modelo, la serie, la periodicidad con que se hacen los mantenimientos, estos aspectos se pueden mirar con más detalle en la Figura 5.

**Figura 15. Cronograma de mantenimiento**

	<i>Clínica Nuestra Señora de Fátima S.A</i>	CODIGO: FO-A-MH-00-02
		VERSION: 1.0
	CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO	VIGENCIA: 17/06/2011
		PAGINA: 1 DE 4

SERVICIO:  EQUIPO:  MARCA:   
 MODELO:  SERIE:  PLACA:   
 PERIODICIDAD:

SERVICIO	EQUIPO	MARCA	MODELO	SERIE	PLACA	PERIODICIDAD	2012														
							1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
							<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
1	UCI ADULTOS	<a href="#">Cama eléctrica</a>	Los Pinos	7401	44869	240080018	Cada 4 meses	x				x					x				
2	UCI ADULTOS	<a href="#">Cama eléctrica</a>	Los Pinos	7401	44869	240080020	Cada 4 Meses	x				x					x				
3	Uci adultos	<a href="#">cama electrica</a>	los pinos	7401	44870	240080022	cada 4 meses	x				x					x				
4	UCI ADULTOS	<a href="#">Cama eléctrica</a>	Los Pinos	860v105	48660	240080014	Cada 4 meses	x				x					x				
5	UCI ADULTOS	<a href="#">Cama eléctrica</a>	Los Pinos	860v105	48661	240080015	cada 4 meses	x				x					x				
6	UCI ADULTOS	<a href="#">Cama eléctrica</a>	Los Pinos	llegible	42414	240080017	Cada 4 Meses	x				x					x				
7	UCI ADULTOS	<a href="#">Electrocardiógrafo</a>	GE Medical system	Mac 500	500013079	240240003	Cada 4 meses	x				x					x				

Fuente. Esta investigación

Este formulario debe tener la posibilidad de agregar y programar nuevos equipos, además de actualizar los datos de los existentes, por eso este debe hacer consultas interactivas con la base de datos.

Otro aspecto que se puede evidenciar es el encabezado pues tiene un formato especial, y una codificación, esto se debe a la certificación en calidad que se adelanta en la institución y la cual se quiere alcanzar, esto es dictaminado por la norma ISO 9001 versión 2008, en el numeral 4 que corresponde a el control de documentos.[0]

Se tiene la opción de imprimir también lo mostrado en pantalla en forma de reporte, o lo que el usuario determine imprimir, además al dar clic sobre el equipo mostrado él nos lleva a la hoja del mismo donde será posible mirar las rutinas de mantenimiento, la ficha técnica y los reportes tanto preventivos, como correctivos practicados a los equipos médicos, estos también tiene un encabezado y codificación. (Ver anexo A reportes).

**7.3.2 Cronograma de mantenimiento de infraestructura.** El cronograma de mantenimiento de infraestructura es elaborado cada año, este cronograma está discriminando por aspectos como el área de ubicación y la periodicidad con que se debe hacer los mantenimientos. Como lo podemos ver en la figura 6.

**Figura 16. Cronograma de infraestructura**

		CODIGO											
		VERSION											
		VIGENCIA											
		PAGINA											
		2012											
Area	Periodicidad	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
		Fachada Mantenimiento a la fachada	Anual	ok									
Entrada principal - Recepción	Anual	ok											
Oficina Admisiones	Anual	ok											
Oficina atención al usuario	Anual	ok											
Facturación admisiones	Anual	ok											
Tableros eléctricos principales	Anual	ok											
Caja	Anual	ok											
Corredor caja - mantenimiento	Anual	ok											
Baños hombres mujeres corredor caja - mantenimiento	Anual	ok											
Cuarto de aseo entrada principal	Anual	ok											
Oficina de mantenimiento	Anual	ok											
Planta telefónica	Anual	ok											
Corredor planta telefónica	Anual	ok											

Fuente: Esta investigación

Podemos evidenciar el control de documentos que se hace en la institución prestadora de salud, también se presenta la opción de imprimir los reportes, tanto a nivel preventivo; como correctivo realizado a un área en específico, cabe destacar que los registros una vez grabados son inmodificables. (Ver anexo B reportes de infraestructura), este control a los documentos se realiza agregando un numero de codificación y un diseño al reporte generado una vez se ha hecho la labor requerida en dicha área.

## 7.4 INVENTARIO

Este es un formulario muy sencillo donde se muestra los valores de una tabla la cual va a tener el nombre y valores de los consumibles y accesorios de los equipos con los que se cuenta en la oficina de mantenimiento y sobre el cual se hacen nuevos pedidos.

Este formulario lo que hace es mostrar los valores de la consulta a la base de datos, y lo va hacer en forma dinámica, también se tiene la opción de imprimir los valores deseados, como lo podemos en el anexo reportes inventario.

## 7.5 SOLICITUDES DE SERVICIO

Para que se realice un mantenimiento correctivo es necesario que de las diferentes dependencias donde se requiera el servicio se haga la correspondiente solicitud, esta se hace tanto para infraestructura, como para equipos médicos, en la cual se deben diligenciar algunos aspectos como; por ejemplo; cual es el daño?, quien solicita ese servicio?, entre otros, y permite al departamento programar el personal que labora hay para cubrir este requerimiento en el menor tiempo posible.

Para realizar una solicitud de servicio se debe: diligenciar el formulario que se muestra a continuación: siendo el primero el formulario correspondiente a solicitud de servicio de equipo medico, y el segundo el formulario a diligenciar para solicitudes de infraestructura.

**Figura 17. Solicitud del servicio**



The image shows a screenshot of a web application window titled "Solicitud de Mantenimiento". The window has a standard toolbar with icons for home, back, forward, and search. The main content area is a light blue form with a dark blue header bar containing a magnifying glass icon and the text "Consultar Equipo". The form contains several input fields arranged in a grid:

Marca	<input type="text"/>	Serie	<input type="text"/>
Equipo	<input type="text"/>	Inventario	<input type="text"/>
Modelo	<input type="text"/>	Ubicación	<input type="text"/>

Below the main form area, there is a dark blue horizontal bar.

**Solicitud de Mantenimiento**

Requerimiento

Solicitado por:  Fecha:  Recibido por mantenimiento:  Fecha:

Nombre:  Nombre:

Cargo:  Cargo:

Trabajo Aprobado  
Trabajo No Aprobado  
Trabajo Aplazado  
Otro

Observación

Fuente: Esta investigación

El formulario de solicitud de mantenimiento de infraestructura cambia un poco pues, es necesario llenar una hoja adicional donde se programe a los auxiliares de mantenimiento para que hagan ese trabajo. A continuación se muestra el reporte que se debe diligenciar:

Solicitud de Mantenimiento

Consultar Área / Mueble

Servicio

Área / Mueble

Requerimiento

	Fecha		Fecha
Solicitado por:	<input type="text"/>	Recibido por mantenimiento:	<input type="text"/>
Nombre	<input type="text"/>	Nombre	<input type="text"/>
Cargo	<input type="text"/>	Cargo	<input type="text"/>
Trabajo Aprobado Trabajo No Aprobado Trabajo Aplazado Otro		Observación	<input type="text"/>

Fuente: Esta investigación

**Figura 18. Solicitud de actividad**

<b>Recibo de actividad</b>		
Fecha	Hora	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	

Nombre	<input type="text"/>
Cargo	<input type="text"/>

licitud de Mantenimiento	<b>Orden de Trabajo</b>
--------------------------	-------------------------

<b>Inicio de actividad</b>		<b>Tiempo estimado asignado para la actividad</b>		
Fecha	Hora	Días	Hora	Minutos
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

Prioridad	Alta	Media	Baja
-----------	------	-------	------

Trabajo a realizarse
<input type="text"/>

Materiales requeridos
<input type="text"/>

Personal asignado para el trabajo
<input type="text"/>

Observaciones del trabajo realizado
<input type="text"/>

<b>Recibo de actividad</b>		
Fecha	Hora	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	

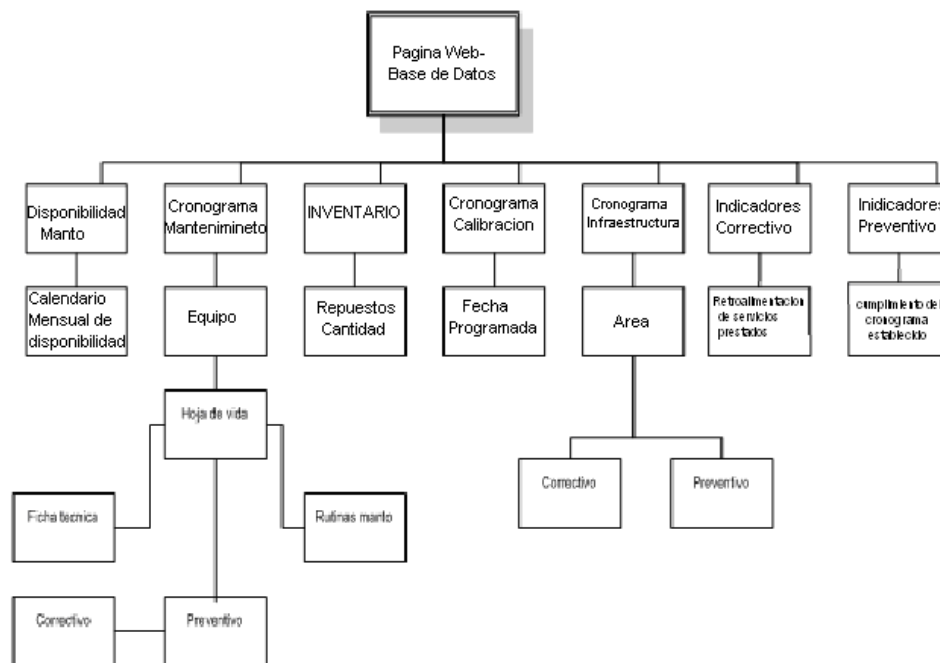
Fuente Esta investigación



Las otras opciones que se presentan en el menú principal, también generan consultas a la base de datos y nos muestra su correspondiente valor, brindando al usuario la oportunidad de generar reportes, para así poder almacenarlos tanto en forma física como en medio digital, los listados de reportes de estas opciones se pueden ver en los anexos disponibilidad de mantenimiento, indicadores preventivos, indicadores correctivo y calibración, también se vio la necesidad de crear diferentes niveles de acceso, pues algunas personas no estaban autorizadas a mirar cierta información, y otras debían tener acceso total, además el software de apoyo a las rutinas de mantenimiento permite tener la hoja de vida del personal que labora en la dependencia todo esto con el fin de tener la información de contacto.

A continuación se muestra el diagrama de bloques para explicar en forma sencilla la estructura de la pagina web encargada de administrar la base de datos, en el diagrama no se indica la administración desarrollada en mysql, se indica la forma como php accede a los datos almacenados, cabe destacar que se pueden hacer consultas de características uno a varios, y de varios a varios, esto con el fin de poder relacionar las tablas de la base de datos.

**Figura 19. Diagrama de bloques página web- base de datos**



Fuente: Esta investigación

## **8. TARJETA DE CONTROL DEL ESTERILIZADOR**

La central de esterilización de la clínica, cuenta con un autoclave de marca EASTERN MEDICAL; el cual se encuentra ubicado al interior de quirófano, sobre el cual se centro la labor de diseño y construcción de la tarjeta de control.

### **8.1 ESPECIFICACIONES DEL AUTOCLAVE**

EQUIPO DE ESTERILIZACION MARCA EASTERN MEDICAL, modelo EA-600 G (G60).

- Esterilizador a base de vapor de agua
- Puerta control manual
- Cámara horizontal EASTERN MEDICAL

A continuación se presenta la información, que se muestra en la hoja de vida del equipo, y esta documentación fue hecha por el personal de mantenimiento de la clínica:

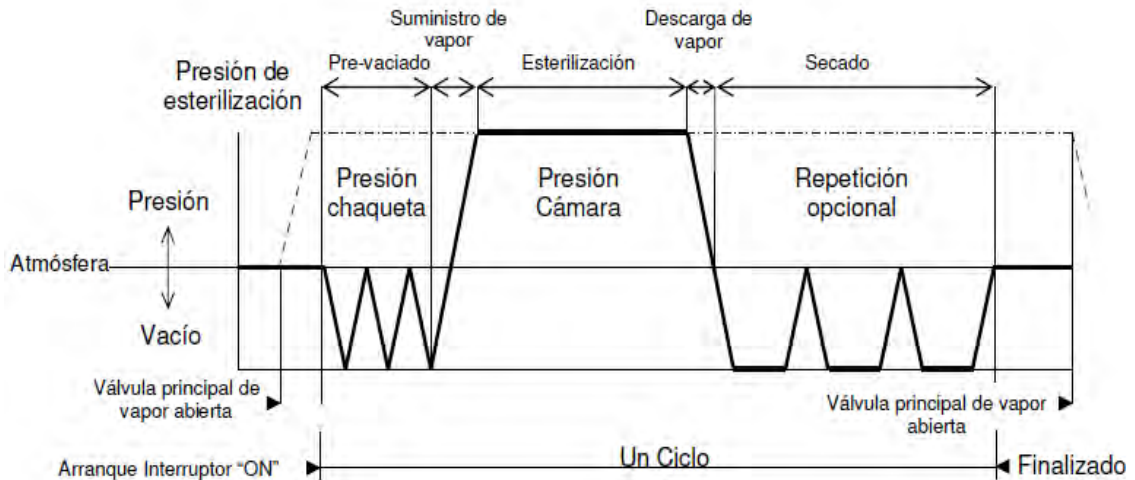
- Descripción del equipo: Equipo industrial de uso hospitalario de tipo autoclave.
- Lugar de ubicación: Esterilización
- Datos: Marca EASTERN MEDICAL, modelo EA- 600.
- Adquisición: 18 de diciembre del 2007.
- Ficha técnica: Capacidad de cámara = 340 lts, funcionamiento a gas.
- Registros de apoyo: Manual de usuario.
- Dispositivos de Medición: Manómetro de cámara, Manómetro de chaqueta, sensor de presión en la cámara.

### **8.2 PROCESO DE OPERACION DEL EQUIPO**

Para describir el proceso de operación del equipo nos remitimos al manual de usuario del equipo, el cual deben conocerlo tanto encargados de mantenimiento como el personal que utiliza este equipo.

En la siguiente figura se muestra la variación de presión en cámara y chaqueta estos datos fueron extraídos del manual de usuario que proporciona el fabricante, aquí se indica la variación de presión durante los diferentes ciclos que se presentan en el momento que el equipo está en funcionamiento.

**Figura 20. Variación de la presión en cámara y Chaqueta**



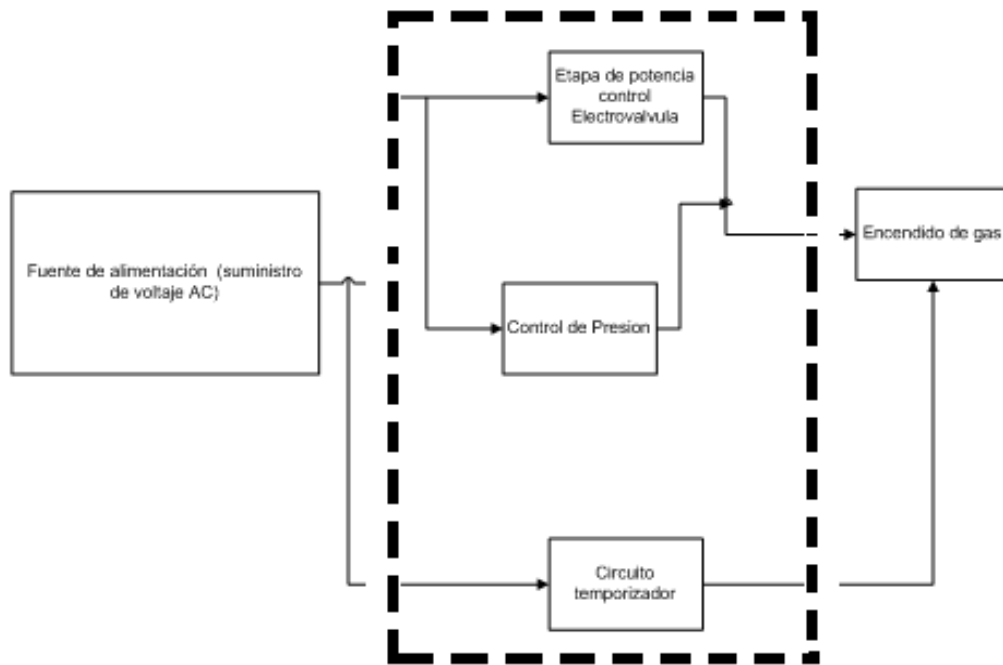
Fuente: Esta investigación

La temperatura de esterilización oscila entre los 125 y los 180 °C, el tiempo de esterilización es ajustable hasta 60 minutos, se da inicio al mover el interruptor de una posición "off" a la posición "on", aquí se abre el paso de gas hacia el calderín, y simultáneamente se envía los pulsos de disparo para encender el gas por un tiempo anteriormente predeterminado, el cual debe ser lo suficientemente largo para encender el gas, y comenzar la producción de vapor.

### 8.3 CIRCUITO DE CONTROL ESTERILIZADOR

La tarjeta de control del esterilizador debe controlar muchas variables, pues por un lado controla la entrada del gas de combustión al calderín, debe controlar una etapa de temporización la cual es la encargada de activar los pulsos de disparo de encendido de gas, y además debe por medio de un sensor de presión identificar cual es la presión al interior de la cámara, para así evitar sobre presiones, en el siguiente diagrama de bloques podemos observar el diagrama esquemático de la tarjeta de control del esterilizador.

**Figura 21. Diagrama esquemático de la tarjeta de control**



Fuente: Esta investigación

Una vez comprendido el funcionamiento del autoclave se procede a determinar los componentes necesarios para el diseño de la tarjeta electrónica, en primer instancia se toma una electroválvula de tipo solenoide la cual va a tener una fuente de alimentación de 220 VAC, y su apertura y posterior cerrado será controlado por un rele conmutador (ver anexo relé kp1205).

**Figura 22. Válvula Solenoide**

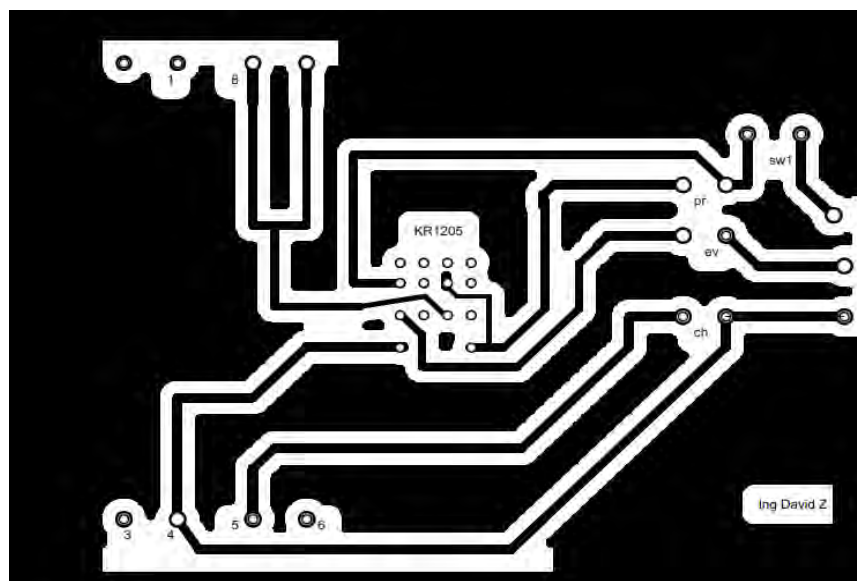


Fuente: <http://redventa.es/ceme/52-valvula-solenoide-soldar-3-8-bobina-incluida.html>

Una vez se asegura el paso de gas hacia el calderín, se activa el circuito temporizador (anexo temporizador kasuga), para el diseño del circuito de control se pensó en un principio hacerlo en base a circuitos integrados (microcontrolador), pero no se la pudo hacer de esta manera debido a que se hacia el acople de potencia, pero por la temperatura elevada con que trabaja el equipo hacia que el CI no trabaje muy bien, entonces se busco un dispositivo que sea diseñado para trabajar con alta potencia y que en su comportamiento en altas a temperaturas no cambie, encontrando un relee con retardo a la desconexión de tiempo programable, como maneja potencia es el encargado de controlar los pulsos de disparo para poder encender el gas que entra en el calderín, permitiéndonos comenzar con el proceso de esterilización, se hicieron pruebas y se pudo observar que el diseño era duradero y con una muy buena confiabilidad.

Una vez se estuvo seguro de que el montaje no fallara, y fuera seguro, se procedió a diseñar el circuito en software especializado (EAGLE 5.11), software que tiene una amplia librería de componentes y permite actualizaciones mediante internet para descargar nuevas librerías, el diagrama esquemático se da a conocer en la figura 22, y la gran ventaja de usar este tipo de software's es que internamente el ya tiene la medida de cada componente, lo cual nos garantiza que cada pin de conexión no quede descuadrado y encaje bien al momento de armar y soldar el circuito.

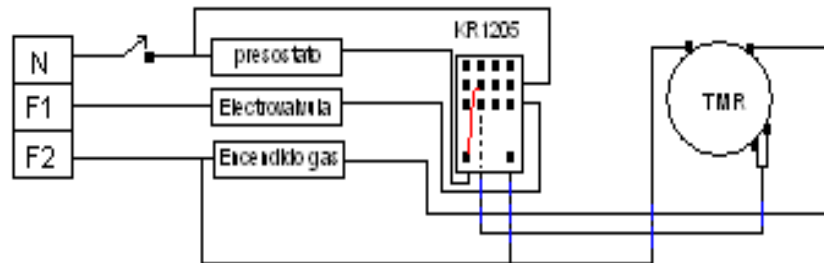
**Figura 23. Tarjeta de control electrónico**



Fuente: Esta investigación

El diagrama eléctrico de la tarjeta de control es el siguiente:

**Figura 24. Circuito eléctrico**



Fuente: Esta investigación

En el anexo se puede observar ya el circuito en funcionamiento y montado en el autoclave, garantizando un buen funcionamiento y de mucha durabilidad. (Ver anexo circuito de control).

## 9. ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

En el transcurso de la pasantía se tuvo la oportunidad de asistir a capacitaciones, muy importantes y productivas, por motivo que en la clínica se adelanta el proceso de calidad, se tuvo la oportunidad de preparar la auditoría interna que se hizo en el departamento, y con ello se aprendió muchas cosas de la norma ISO 9001 versión 2008, en cuanto a la caracterización y descripción de procesos, también en lo relacionado al control interno y externo de documentos.

También se colaboró en la instalación de un circuito cerrado de televisión, se colaboró con el tendido e instalación del cable coaxial, con la instalación eléctrica para la toma de la energía, y con la fijación en pared de las cámaras, todo esto destinado a la vigilancia de las instalaciones de la clínica, y la zona de parqueo, esta labor fue realizado conjuntamente por el departamento de sistemas pues ellos se encargaron de la configuración de las direcciones ip, pues se pretendía realizar la monitorización de una manera remota mediante internet.

El sistema de cámara consta de 20 cámaras análogas distribuidas por todo el edificio, estas cámaras se conectan a una tarjeta de video (ver anexo tarjeta de video), la cual está conectada a un computador, y directamente se grabara en el disco duro en un formato comprimido tipo .AVI, el cual tiene un sistema inteligente de grabado de videos, pues solo guarda en el momento en que detecta una persona u otro evento diferente. Estos videos son almacenados: por un espacio de seis meses, cabe también distinguir que se usaron diferentes tipos de cámaras pues se instaló unas de tipo domo metálico, domo plástico, cámara de exteriores y unas muy novedosas de tipo sensor infrarrojo, estas se pueden mirar con más detalle en el anexo Cámaras.

Se debe decir que el desarrollo de estas actividades no afectó el cumplimiento de los objetivos y el cronograma planteado, en el comienzo de esta pasantía.

## 10. CONCLUSIONES

Es necesaria la planeación del mantenimiento del equipo biomédico y del equipo industrial de uso hospitalario, debido a que de esta manera se puede mantener y preservar la vida útil de los equipos biomédicos, además, de garantizar el óptimo funcionamiento de los mismos.

Es de vital importancia dictar capacitaciones al personal que se encarga de la manipulación de los equipos, pues las principales causas de acciones correctivas que se tomaron en la institución fueron debidas a mal manejo.

Para una correcta ejecución del mantenimiento de los equipos biomédicos, se necesita que estas labores sean desarrolladas por personas con conocimiento en electrónica, en neumática e hidráulica, es decir, un ingeniero electrónico ya que por su perfil profesional, estaría en la capacidad de hacer con seguridad este tipo de mantenimiento.

Las pasantías proporcionan el camino adecuado para colocar en práctica todos los conocimientos desarrollados durante el pregrado, permitiendo enfrentarse al campo laboral de una forma mucho más competitiva, además de permitir al futuro ingeniero adquirir nuevas destrezas.

El adecuado manejo del cronograma apoyado con el software y la base de datos implementada, permite un correcto manejo de las hojas de vida y el correcto control a los documentos con los que se trabaja.

Con el diseño y posterior montaje de la tarjeta de control de autoclave, se puede garantizar y alargar la vida útil del mismo, pues se cuenta con un poderoso circuito capaz de controlar las diferentes variables que intervienen en la esterilización de una manera sencilla y práctica.

Un Ingeniero debe estar al tanto de los procedimientos administrativos que se realicen en cada uno de los dispositivos electrónicos de una compañía, con el fin, de mantener al día los requerimientos necesarios que solicitan las entidades de salud.



La Ingeniería Electrónica posee una amplia relación con la Biomedicina y hoy en día es una de las ramas con muchas proyecciones hacia el futuro y en las cuales las universidades con gran reconocimiento están tomando como punto de partida en el campo laboral de los ingenieros.

La herramienta implementada para el apoyo en el departamento de mantenimiento le permitirá a la institución alcanzar la acreditación en calidad que se busca, pues ya es un software especializado en dicha área.

## 11. RECOMENDACIONES

El desarrollo del presente trabajo permite recomendar a las entidades prestadoras de salud realizar el mantenimiento respectivo a los dispositivos biomédicos electrónicos, además de la actualización de hojas de vida de los mismos con el fin de evitar inconvenientes a futuro.

Realizar capacitaciones al personal encargado de manipular los equipos biomédicos, con el fin de garantizar su correcta utilización y así no tener imprevistos de esta índole.

Se recomienda a las entidades prestadoras de salud, contar con el apoyo de ingenieros electrónicos, en múltiples procesos que van desde lo administrativo hasta procesos que involucre dispositivos electrónicos, debido a la formación obtenida en el pregrado se cuenta con los conocimientos suficientes para realizar bien la gestión de ingeniero.

Continuar con los mantenimientos planificados, pues esto permitiría optimizar recursos físicos, disponibilidad de equipos consumibles y así no habrá inconvenientes con el funcionamiento de los mismos en las diferentes áreas de servicio de la clínica.

Se recomienda apoyar a los estudiantes en la realización de su proyecto en esta modalidad, pues aporta un conocimiento práctico muy importante además, de brindar al estudiante una visión del campo laboral al que se va a enfrentar.

Se recomienda a la Universidad de Nariño incentivar los convenios interinstitucionales, con el fin de abrir puertas en dicha área a los futuros pasantes y tesis, para que no haya inconvenientes al momento de egresar y facilitar el proceso de obtención del título profesional.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COLOMBIA. Ministerio de Salud, Decreto 1769 de 1994 documento en línea Disponible en: [http://www.supersalud.gov.co/normatividad/documentos/CirExt029\\_1997.pdf](http://www.supersalud.gov.co/normatividad/documentos/CirExt029_1997.pdf)

GONZALES CAICEDO, Orlando. El Mantenimiento en Colombia, documento en línea Disponible en: <http://www.minproteccionsocial.gov.co/BVe/Content/library/documents/DocNewaNo14710DocumentNo5094.pdf>.

JOEL DE LA CRUZ, Villar, PHP Y MYSQL. Grupo Editorial Megabyte, julio del 2004.

Ley 100 de 1993, ley de Seguridad Social, Artículo 153, Numeral 9.

MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL. Decreto 1769 de 1994, artículos 7 y 12. Norma ISO 9001 versión 2008, Fundamentación del sistema de gestión de calidad, numerales 4.2.3, 4.2.4.

PALARES, Pilar. Normatividad Sobre la Video vigilancia, documento en línea disponible en: [http://www.ims.es/pdf/esp/publicaciones/Publicacion\\_IMS\\_Normativa\\_sobre\\_video\\_vigilancia\\_2007\\_07\\_19.pdf](http://www.ims.es/pdf/esp/publicaciones/Publicacion_IMS_Normativa_sobre_video_vigilancia_2007_07_19.pdf)

UNIVERSIDAD DE NARIÑO. Consejo Académico, Acuerdo No. 005, “Por el cual se deroga el Acuerdo No. 043 del 30 de abril de 2002 y se adopta la nueva reglamentación del trabajo de grado...”, 26 de enero de 2010.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. Acuerdo No. 009 y sus anexos, “Por el cual se expide el estatuto estudiantil de pregrado de la Universidad de Nariño”, marzo 6 de 1998.

# **ANEXOS**

## ANEXO A. REPORTES

Estos reportes son generados en el software implementado para apoyo al departamento de mantenimiento de la clínica Nuestra Señora de Fátima.

- A: Reporte de mantenimiento preventivo equipo biomédico e industrial
- B: Reporte de mantenimiento correctivo equipo biomédico e industrial
- C: Calendario de disponibilidad de mantenimiento
- D: Inventario

(A) reporte de mantenimiento preventivo equipo biomédico e industrial

		CODIGO
		VERSION
	<b>REPORTE DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>	VIGENCIA
		PAGINA 1 DE 1

EQUIPO		SERIE	
MARCA		INVENTARIO	
MODELO		UBICACIÓN	

<b>Reporte de Servicio</b>	<b>Mantenimiento Preventivo</b>	971012
Fecha	Detalle Actividades	

Estado inicial:

Actividad:

Repuestos:

Entrega:

Recibe:

(B) reporte de mantenimiento correctivo equipo biomédico e industrial

<b>REPORTE DE SERVICIO</b>	CODIGO
	VERSION
	VIGENCIA
	PAGINA 1 DE 1

EQUIPO		SERIE	
MARCA		INVENTARIO	
MODELO		UBICACIÓN	

<b>Reporte de Servicio</b>	C971012	<b>Correctivo</b>	X	<b>Mejorativo</b>	<b>Otro</b>
Fecha	Detalle Actividades				

Estado inicial:

Actividad:

Repuestos:

Entrega:

Recibe:

(c) Calendario de disponibilidad de mantenimiento

Disponibilidad de Mantenimiento

Año: 2012 Mes: Marzo

Disponibilidades

Tercero

...Tercero...

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
			1 DARÍO DELGADO	2 DARÍO DELGADO	3 DARÍO DELGADO	4 DARÍO DELGADO
5 LUIS SÁNCHEZ	6 LUIS SÁNCHEZ	7 LUIS SÁNCHEZ	8 LUIS SÁNCHEZ	9 LUIS SÁNCHEZ	10 LUIS SÁNCHEZ	11 LUIS SÁNCHEZ
12 ANDRÉS FIGUEROA	13 ANDRÉS FIGUEROA	14 ANDRÉS FIGUEROA	15 ANDRÉS FIGUEROA	16 ANDRÉS FIGUEROA	17 ANDRÉS FIGUEROA	18 ANDRÉS FIGUEROA
19 DARÍO DELGADO	20 DARÍO DELGADO	21 DARÍO DELGADO	22 DARÍO DELGADO	23 DARÍO DELGADO	24 DARÍO DELGADO	25 DARÍO DELGADO
26 LUIS SÁNCHEZ	27 LUIS SÁNCHEZ	28 LUIS SÁNCHEZ	29 LUIS SÁNCHEZ	30 LUIS SÁNCHEZ	31 LUIS SÁNCHEZ	

Copyright 2010 Todos los derechos reservados

## (D) Inventario

Consulta de Productos x

Producto

Unidad

No	Producto	Unidad	Cantidad	
1	Filtros incubadora medix	Unitario	8	▲
2	Trampas Dfent	Unitario	20	
3	Lamparas de xenon	caja	1	
4	Filtros Incubadora Medix	unidad	1	
5	Trampas hidrofobico	unidad	9	
6	Brazaletes una via	unidad	10	
7	Brazaletes solo bomba	unidad	9	
8	Sensor maquina de anestesia	unidad	1	



## ANEXO B. REPORTES DE INFRAESTRUCTURA

L a infraestructura hospitalaria también es programada anualmente para realizar el mantenimiento preventivo, pero no hay que olvidar que suelen pasar imprevistos y por eso se deben tomar acciones correctivas.

E: Reporte de mantenimiento preventivo para infraestructura

F: Reporte de mantenimiento correctivo para infraestructura

(E) Reporte de mantenimiento preventivo para infraestructura

		CODIGO
		VERSION
	<b>REPORTE DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>	VIGENCIA
		PAGINA 1 DE 1

DEPENDENCIA:

ACTIVIDADES PROGRAMADAS:

<b>Reporte de Servicio</b>	<b>Mantenimiento Preventivo</b>	<b>P1245</b>
Fecha	Detalle Actividades	

Estado inicial:

Actividad:

Materiales:

Entrega:

Recibe:

(F) Reporte de mantenimiento correctivo para infraestructura

		CODIGO
		VERSION
	<b>REPORTE DE SERVICIO</b>	VIGENCIA
		PAGINA 1 DE 1

DEPENDENCIA:

ACTIVIDADES PROGRAMADAS:

<b>Reporte de Servicio</b>	10000	<b>Correctivo</b> <input checked="" type="checkbox"/>	<b>Preventivo</b> <input type="checkbox"/>	<b>Otro</b> <input type="checkbox"/>
Fecha	Detalle Actividades			

Estado inicial:

Actividad:

Materiales:

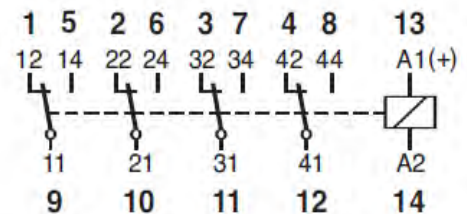
Entrega:

Recibe:

## ANEXO C. RELÉ KP 1205



**5A 250V AC1**  
**5A 30V DC1**



### Aislamiento

Rigidez dieléctrica, (Vrms / 1 min.)

Contacto abierto	1.000 V
Entre contactos adyacentes	2 KV
Entre contactos y bobinas	2,5 KV
Resistencia de aislamiento a	500V ≥ 3GΩ
Aislamiento según IEC 61810-5	2,5 KV / 3

### Especificaciones

Tiempo de operación + rebote	10 ms.
Tiempo de apertura + rebote	6 ms.
Temperatura ambiente	-40°C (sin hielo) ... +70°C
Vida mecánica, ops.	10 mill. en CA y 20 mill. en CC
Vida eléctrica a carga nominal	≥100.000 ops.
Frecuencia de operación a carga nominal	1.200 / hora
Grado de protección	IP40 / RT1
Peso aproximado	43 grs.

## ANEXO D. TEMPORIZADOR KASUGA



Vista externa



Vista interna

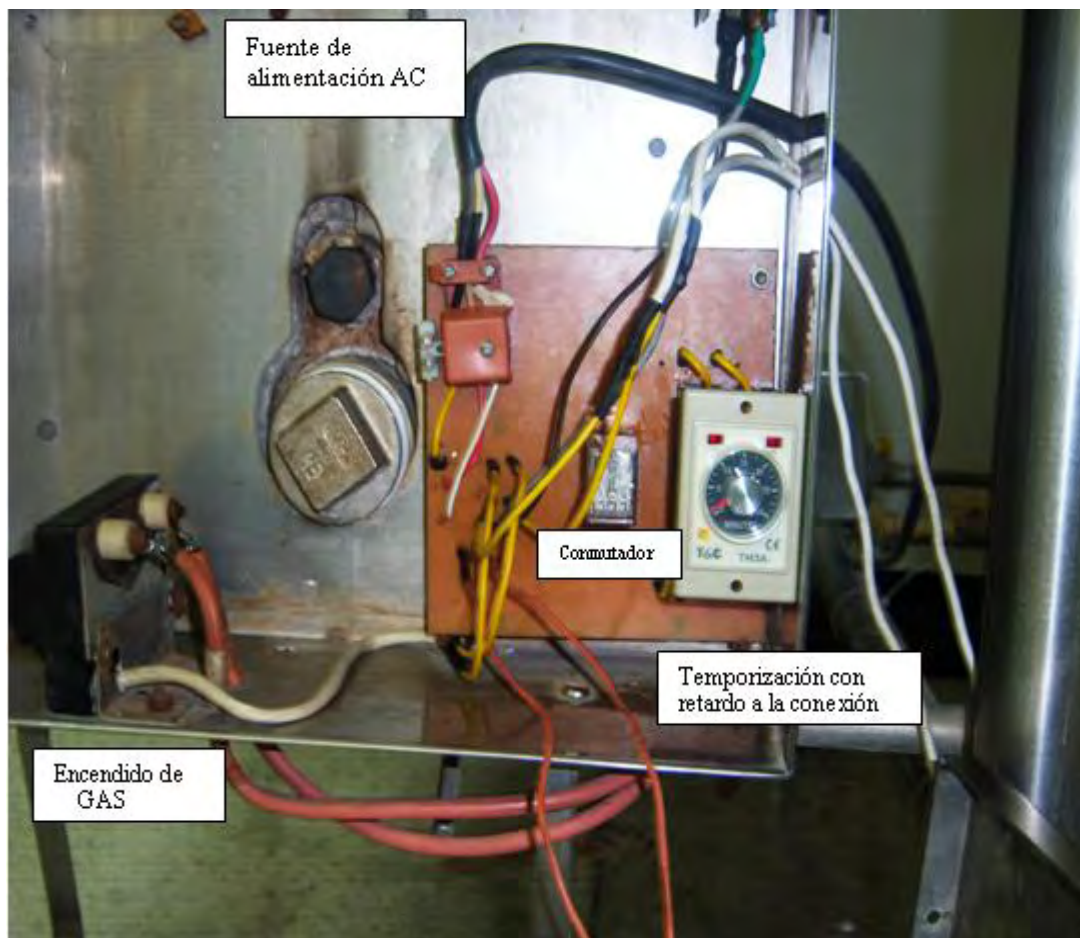
<b>Voltage:</b>	DC: 12V-48V AC:12V-380V 50Hz
<b>Power expend:</b>	DC1.0W AC1.0VA
<b>Control output:</b>	5A 220VAC
<b>Insulation resistance:</b>	DC500V 100MΩ
<b>Dielectric strength:</b>	BCC1500VAC BOC1000VAC
<b>Operating temperature:</b>	-10°C - +50°C
<b>Humidity:</b>	35% - 85%
<b>Mechanical life</b>	:1*107
<b>Electrical life</b>	:1*105
<b>Weight:</b>	160g
<b>CONTACTTiming reange</b>	: 1s,2s,6s,12s,30s,60s,3h,6h,12h,24h.

## **ANEXO E. CIRCUITO DE CONTROL**

El circuito de control tiene componentes de fácil consecución en el mercado local, este es sencillo y eficiente; el circuito que se muestra es el que queda funcionando en el autoclave de la central de esterilización de la clínica.



**Autoclave Eastern medical**



**Circuito de control autoclave, montaje final.**

## ANEXO F. TARJETA DE VIDEO

Imágenes de la tarjeta de televisión adquirida para el sistema de vigilancia en la clínica “Nuestra Señora de Fátima S.A.”.



Especificaciones	
Tipo de entrada	GV-800 BNC: BNC X 4 GV-800 D-Type: DB15 X 2
Entrada de vídeo	4, 8, 12, 16 Cámaras
Entrada de audio	4 Canales
Velocidad de grabación a la resolución 320 x 240	120 cps (NTSC), 100 cps (PAL)
Velocidad de visualización	120 cps (NTSC), 100 cps (PAL)
Resolución de video	NTSC: 720 x 480, 720 x 480 De-interlace, 720 x 240, 640 x 480, 640 x 480 De-interlace, 640 x 240, 320 x 240 PAL: 720 x 576, 720 x 576 De-interlace, 720 x 288, 640 x 480, 640 x 480 De-interlace, 640 x 240, 320 x 240
Formato de compresión	Geo MPEG4, Geo MPEG4 (ASP), Geo H264, Geo H264 V2

## ANEXO G. CAMARAS DE VIDEO

Imágenes de cámaras adquiridas para el sistema de vigilancia en la clínica "Nuestra Señora de Fátima S.A.".



Cámara Domo Plástico de 480 tvl
visión nocturna con 21 led's IR
procesador Sony
lente de 3.6mm
Angulo de visión de 90°
visibilidad en la oscuridad hasta 15 metros



Cámara Domo Metálico de 520 tvl
CCD 1/4" Chip Sharp
Día/Noche
Lente varifocal 4 a 9mm
con 32 Led's IR
visibilidad en la oscuridad hasta 15 metros



Cámara Tubo Sellado de 450 tvl
CCD 1/4" Chip Sony
Día/Noche
Lente varifocal 4 a 9mm
con 36 Led's IR
Visibilidad en la oscuridad desde 40-50mt.



Cámara Espía tipo Sensor de 420 tvl
CCD 1/4" SHARP.
Iluminación mínima de 1.0 Lux/F2.0
Lente fijo de 3.7mm / F2.0
PIR con área de detección para 100° con 10 metros