

128-21

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE MONTERREY

CAMPUS CIUDAD DE MÉXICO



TECNOLÓGICO
DE MONTERREY

ESCUELA DE CIENCIAS DE LA VIDA

Biblioteca
Campus Ciudad de México

INGENIERÍA BIOMÉDICA



**Análisis, diseño y prueba de concepto de una aplicación web para
la gestión de tecnología médica**

Jimena Robles Tovilla A01122693

Laura C. Figueroa Reyes A01121277

ASESOR: Dr. José Martín Molina Espinosa

México D.F. a 22 de noviembre de 2012

TELS
RBSG
R62
2012

22 617689089

Agradecimientos

Al Dr. José Martín Molina Espinosa y al Mtro. Luis Montesinos Silva

Por todo el apoyo, tiempo y dedicación invertidos al dirigir y asesorar este proyecto.

Al Ing. Jesús Figueroa, la Ing. Daniela Cruz, el Ing. Vladimir Ruiz y el Ing. Raúl Reyes

Por su colaboración, tiempo y completa disposición en las entrevistas que sirvieron de guía en el desarrollo de este proyecto.

A la Lic. Guillermina Lemus

Por el tiempo y disposición mostradas al asesorarnos sobre el uso de *Dreamweaver*.

A nuestros profesores

Pues sin su enseñanza a lo largo de los años no habríamos logrado culminar esta etapa.

A nuestros compañeros biomédicos

Por estar presentes en cada paso de este proyecto brindándonos apoyo y alegrías.

A nuestros padres, hermano y hermana

Pues sin nuestras familias esto no sería posible. Gracias por todos estos años de completa fe en nuestras capacidades que hoy nos llevan a la culminación de esta etapa. Así como por comprender nuestra ausencia constante en casa y nuestro extremadamente reducido horario para la convivencia familiar.

Índice general

1. Introducción.....	5
2. Problemática y justificación.....	9
3. Objetivos.....	11
3.1 General	11
3.2 Particulares	11
4. Estado del arte	13
4.1 SMC Internos.....	13
4.2 SMC Comerciales.....	15
4.3 Síntesis de SCM	19
4.1 SMC Internos	
4.1.1 Microsoft Excel	13
4.2 SMC Comerciales	
4.2.1 Software a la medida.....	15
4.2.2 Aspel-SAE	15
4.2.3 SAP.....	16
4.2.4 MP Software.....	18
5. Desarrollo	21
5.1 Análisis de requerimientos	21
5.2 Análisis dela información recopilada.....	40
5.3 Diseño de la aplicación	46
5.4 Prueba de concepto	71
5.1 Análisis de requerimientos	
5.1.1 Entrevistas.....	22
5.1.2 Investigación bibliográfica	27
5.1.1 Entrevistas	
5.1.1.1 Entrevista formal con el Ing. Jesús Figueroa de la empresa ADISAT S.A. de C.V.....	22
5.1.1.2 Entrevista formal con el Ing. Vladimir Ruiz del hospital Medica Sur	25
5.1.1.2 Entrevista formal con la Ing. Daniela Cruz de la empresa Clinic & Biomedic Consulting .	24
5.1.1.4 Entrevista informal con el Ing. Raúl Reyes del Grupo Ángeles.....	27
5.1.2 Investigación bibliográfica	
5.1.2.1 Sistemas computarizados de gestión de mantenimiento (SCGM).....	27
5.1.2.2 Estructura de SCGM.....	28
5.1.2.3 Conexión con el SCGM.....	38
5.1.2.4 Beneficios del uso de SCGM.....	39
5.1.2.2 Estructura de SCGM	

5.1.2.2.1 Tablas y campos	28
5.1.2.2.2 Modulos.....	30
5.1.2.2.3 Pantallas	37
5.1.2.2.2 Modulos	
5.1.2.2.2.1 Modulo de inventario de equipo médico.....	30
5.1.2.2.2.2 Modulo de inventario de piezas de repuesto	35
5.1.2.2.2.3 Modulo de mantenimiento	36
5.1.2.2.2.4 Modulo de administración de contratos.....	37
5.2 Análisis de la información	
5.2.1 Diagramas de flujo.....	40
5.2.2 Funcionalidades.....	46
5.4 Prueba de concepto	
5.4.1 Ambiente	71
5.4.2 Base de datos	71
5.4.3 Parte gráfica.....	73
5.4.4 Servidor web.....	77
6. Trabajo a futuro.....	79
6.1 Implementación.....	79
6.2 Pruebas.....	80
6.3 Derechos de autor	81
6.4 Modelo de negocios	82
7. Referencias	84
8. Anexo 1.....	85

1. Introducción

A partir de 1800 el uso de tecnología comenzó a ser implementado dentro del campo de la salud. Es a principios del siglo XX cuando existe un auge de los instrumentos capaces de estudiar y diagnosticar el cuerpo humano. Hoy en día los avances tanto en la ciencia como en la ingeniería asisten los servicios de atención a la salud a nivel mundial. (Biblioteca Wellcome)

La tecnología en el área de la medicina se ha convertido en un componente crítico de la atención a la salud, ya que los proveedores de estos servicios hacen uso de las herramientas tecnológicas para investigar, prevenir, diagnosticar, tratar y monitorear a los pacientes. Lo anterior sin descuidar y haciendo frente a los requerimientos de seguridad, eficacia y eficiencia requeridos para salvaguardar la salud de las personas. (WHO Medical device technical series, 2011)

A pesar de la revolución tecnológica dentro del campo médico y de la ayuda que esta ha proporcionado, el surgimiento de nuevos dispositivos también implica una serie de riesgos y problemáticas que se deben de considerar. Desde implicaciones de seguridad hasta evaluación de costos, los cuales llegan a limitar el uso de tecnología.

Para asegurar que la tecnología es segura y efectiva se debe comprender el potencial que esta representa, así como la importancia de la administración y herramientas asociadas a la misma. La gestión de tecnologías de la salud implementa actividades que ofrecen un amplio rango de soluciones para manejar las problemáticas que la integración de nuevos dispositivos representan, de manera tal que se aumente la calidad de los servicios ofrecidos mientras que se reducen los gastos asociados. (Dyro, 2004)

La gestión de tecnologías se define como un proceso sistemático en el cual profesionales debidamente calificados, por lo general ingenieros biomédicos, en conjunto con otros líderes del organigrama de salud, realizan un plan para administrar los dispositivos tecnológicos con el fin de alcanzar un estándar de calidad máximo al menor costo. Las actividades que la gestión de tecnologías involucra inician con un planeamiento estratégico de la infraestructura necesaria, así como una valoración de la tecnología,

seguido de la obtención de la misma, concluyendo con una administración del servicio o mantenimiento del dispositivo. (Dyro, 2004)

Estas estrategias varían de institución a institución en especial porque distintas herramientas para la administración son implementadas, pero sin importar el instrumento administrativo que sea utilizado un impacto directo sobre el paciente, las operaciones de la institución y la eficiencia financiera es reflejado. En pocas palabras, el uso de las metodologías y herramientas que la administración de tecnologías de la salud ofrece optimiza la explotación de la tecnología médica.

La visión global de la gestión de tecnología médica es una serie de pasos agrupados en tres bloques: la planeación, la adquisición y la administración. Cada uno de los cuales consta de un desarrollo enfocado a los procesos involucrados en dichas áreas. En primera instancia se encuentra la planeación, la cual está basada en la evaluación de las necesidades, de la tecnología existente, de la infraestructura necesaria y de los recursos económicos que deben ser destinados, terminando con la definición de prioridades. (Cardenas, 2012)

Seguido de la planeación se encuentra la adquisición, la cual envuelve las acciones a realizar una vez que se ha decidido la compra de un elemento. El primer paso es establecer las especificaciones que se requieren en base a las necesidades previamente evaluadas. Posteriormente se prepara y se hace la oferta, seguido de la evaluación de las propuestas, concretándose en la llegada del equipo a la institución.

Una vez que el equipo es recibido la administración del mismo da inicio. La instalación, inspección, aceptación y la preparación de procedimientos de inspección futuros son los primeros pasos a dar y suelen realizarse en una sola ocasión. Posteriormente la capacitación de usuarios, documentación y administración de los servicios; así como el desarrollo de mantenimientos tanto preventivos como correctivos se llevarán a cabo periódicamente durante la vida útil de la tecnología.

De acuerdo a lo descrito anteriormente es posible afirmar que la gestión tecnológica abarca por completo el ciclo de vida del equipo médico. El cual inicia con la identificación de necesidades pasando por la planeación, adquisición, entrega, inspección, inventariado,

documentación, instalación, capacitación, monitoreo y mantenimiento, hasta llegar a la renovación tecnológica. (Dyro, 2004)

Dentro de este panorama la *Joint Commission on Accreditation of Health Care Organizations* (JCAHO) requiere que las instituciones de atención a la salud establezcan y mantengan un programa de gestión de equipo médico para promover el uso eficiente y seguro de los equipos (JCAHO, 2002). Esto debido a la gran cantidad de dispositivos críticos dentro de las instituciones, los cuales pueden ser aproximadamente de 1000 a 10,000 elementos, dependiendo del tamaño de las mismas. Al referirse a un dispositivo como "crítico" se habla de aquellos equipos que requieren de un seguimiento y mantenimiento individual de manera que se asegure su uso eficiente, seguro y económico.

Por otro lado la Organización Mundial de la Salud (OMS) estipula que los equipos médicos exigen una gran inversión por lo que es importante poseer un programa de mantenimiento bien planificado y gestionado debido a que esto prolonga la vida útil de los equipos al mismo tiempo que minimiza los costos relacionados con éstos. La importancia de esta tarea requiere de un programa cuidadosamente diseñado para el control y administración de la tecnología existente.

Uno de los aspectos fundamentales de la gestión de equipo médico es un programa calendarizado de mantenimiento. Para lo cual de acuerdo al estándar EC.1.6 de la JCAHO, los componentes base, esenciales en la realización de un programa de mantenimiento son:

- Inventario: el cual cuenta con los dispositivos críticos existentes dentro de la institución que serán incluidos en la planeación de mantenimiento.
- Procedimientos: contiene las actividades de mantenimiento a ser realizadas en los dispositivos integrados al inventario
- Monitoreo: mediciones continuas y periódicas del desempeño del programa de mantenimiento

En conclusión, la gestión de equipo médico es un elemento esencial dentro de la administración de tecnologías de la salud. La implementación de programas de inventario y mantenimiento a los dispositivos genera un efecto directo sobre los servicios que ofrece

cierta institución y sobre el flujo monetario de la misma. Existen recomendaciones por parte de distintas organizaciones acerca de la manera de llevar a cabo dichos procesos, más estas no son más que guías prácticas y cada organismo varía ampliamente la manera en la que implementa dichos elementos. Sin embargo la necesidad de contar con ellos es evidente e indiscutible.

2. Problemática y justificación

A pesar de las distintas recomendaciones acerca del manejo de recursos y prácticas de mantenimiento, que no solo hace la JCAHO sino otras organizaciones como la OMS y el Instituto ECRI, estos temas representan una de las problemáticas más frecuentes dentro de las instituciones. Desde hace 15 años la Organización Mundial de la Salud reporta que entre un 25% y un 50% de los inventarios de las instituciones de atención a la salud están fuera de orden y desactualizados. (Dyro, 2004)

En México donde para el 2007 existían 23 858 unidades de salud, también se presentan estos problemas. De estas unidades 1182 son hospitales públicos y 3172 hospitales privados. Alrededor de 14% son hospitales de especialidad y el resto generales. En cada uno de estos hospitales, tanto públicos como privados, se administra una gran cantidad de tecnologías de la salud presentándose problemas con el manejo de inventarios. (Gómez, Sesma, Becerril, & Arreola, 2011)

En México se realizaron revisiones a niveles nacionales de la administración de tecnología en cuanto a los registros en documentación tanto digitales como escritos, esto debido al problema del cambio de dígitos del año 1999 al año 2000. Como resultado de este consenso se evidenciaron las siguientes deficiencias: (Dyro, 2004)

- Equipo médico no funciona adecuadamente debido a la falta de partes y consumibles
- El retraso en la instalación de equipo médico se debe a la falta de coordinación de mantenimiento, compradores, vendedores y usuarios.
- Existencia de equipo innecesario, desaprovechado u obsoleto
- Falta de programas de mantenimiento de equipo médico, los cuales resultarían en un mejor uso de la tecnología disponible.

Estas cifras son relevantes ya que la correcta gestión de tecnologías dentro de las instituciones determina en gran parte los niveles de productividad. En la mayoría de las veces la operación deficiente de los equipos y la falta de planeación a futuro da origen a la interrupción de los servicios a los pacientes, lo cual llega a repercutir directamente sobre

su estado de salud. Esto sin mencionar que los gastos asociados pueden disminuirse si se cuenta con una planeación adecuada de mantenimiento.

Ante este panorama diversas instituciones comenzaron a implementar distintas líneas de acción que ayudaran a la gestión de tecnologías, sin embargo la situación no ha cambiado mucho desde que se realizaron los sondeos. Actualmente la gestión de equipo medico sigue siendo un dilema para diversas instituciones debido a la falta de documentación y automatización de procesos, a la incongruencia de información, a la poca facilidad de análisis y acceso de la misma, así como a la falta de organización entre el personal que circula dentro y fuera de las instalaciones de las instituciones.

Una solución que brinda un sentido de orden y organización a este panorama es el uso de sistemas computarizados que automatizan ciertos procesos y delimitan las opciones del usuario de manera que se logra una reducción de errores en el ingreso, actualización y eliminación de datos. Los denominados sistemas computarizados para la gestión de mantenimiento (SMC) ya comienzan a ser utilizados en el país dentro de distintas instituciones.

Los SMC se encuentran clasificados en dos tipos: aquellos desarrollados internamente por el personal de la institución y aquellos que son productos comerciales. Cada uno de estos tiene ventajas y desventajas, por ejemplo los sistemas desarrollados internamente suelen ser pobres en el enfoque de la programación y se limitan al ingreso y consulta de datos sin que exista un análisis útil de la información contenida. Sin embargo la inversión económica en estos es poca ya que se utilizan los elementos existentes dentro de la institución. (Dyro, 2004)

Por otro lado los productos comerciales llegan a ser muy complejos y poco amigables al usuario por lo que no se utilizan al 100% de su capacidad, además de que estos pueden contener funcionalidades que no son útiles para todas las instituciones o pueden dejar desatendida alguna necesidad específica de cierto entorno, teniendo que ser complementados con otros sistemas para cubrir esta deficiencia. Esto sin mencionar el alto costo que normalmente implica su adquisición, sin embargo el análisis de datos para un mejor desempeño de los equipos elimina errores y reduce los costos operacionales asociados a estos.

3. Objetivos

3.1 General:

El propósito del presente proyecto de ingeniería biomédica es el análisis, diseño y prueba de concepto de una aplicación web (MedLink), para aquellas empresas que manejan equipo médico dentro de sus instalaciones, tanto compañías dedicadas a la compra-venta como hospitales. Contribuyendo con esta aplicación a estandarizar y organizar los distintos criterios de la gestión de tecnologías de la salud de manera que se garantice la función de los equipos de manera continua, confiable y económica.

Basado en investigación de campo en el ámbito hospitalario y empresarial, el análisis de regulaciones para la gestión de equipo medico, así como guías de especificaciones para la implementación de inventarios y mantenimiento de los dispositivos de salud se establecerá una interfaz amigable para el registro de alta, baja, actualización y seguimiento de los elementos de interés.

Esta aplicación será de fácil acceso mediante una conexión a la red que se enlazará directamente a la base de datos de determinada compañía donde el usuario autorizado será capaz de manipular, consultar y analizar la información en tiempo real. Además, el sistema permitirá calendarizar los eventos relevantes relacionados con los elementos tecnológicos y enviará notificaciones a los usuarios conforme estos se acerquen.

3.2 Articula:

- Determinar las necesidades de las compañías de compra-venta de equipo medico enfocadas a la gestión de mantenimiento de los mismos.
- Determinar las necesidades de las instituciones hospitalarias de equipo medico enfocadas a la gestión de mantenimiento de los mismos.
- Comprender las rutinas que conlleva la gestión de mantenimiento de equipo médico.
- Identificar tecnologías actuales para la optimización y administración de recursos dentro de empresas.

- Identificar áreas de oportunidad dentro del proceso de gestión de mantenimiento de equipo médico.
- Desarrollar una base de datos accesible desde la web.
- Desarrollar una interfaz amigable para el usuario que le permita mejorar el proceso de gestión de mantenimiento de equipo médico.

4. Estado del arte

Los sistemas de mantenimiento computarizados representan una herramienta capaz de mejorar la gestión de tecnologías de acuerdo a los requerimientos de las instituciones. La información que se incluye en el SMC depende individualmente de la situación de cada organización, pero existen ciertos elementos esenciales como lo son el inventario y el historial de actividades.

Un SMC se encuentra conformado por una serie de campos, tablas y módulos los cuales contienen la información que, en el caso del área de salud, el ingeniero clínico o el departamento de equipo medico manejan dentro de una institución. Al usar un SMC la información critica esta a la mano de los usuarios, esta puede ser manipulada y analizada mediante interfaces amigables.

Para que la finalidad del SMC sea alcanzada es importante tomar en cuenta distintos factores técnicos y económicos al momento de decidir si se desarrollara el sistema internamente, se realizara la adquisición de un SMC a la medida o se comprara una versión comercial.

4.1 SMC Internos

Actualmente existen diversas aplicaciones de software que se pueden implementar para la gestión de tecnologías que no implican una gran inversión económica ni un gran conocimiento de programación para su desarrollo e implementación. En contraparte las funcionalidades de estos métodos son muy básicas y requieren de una mayor participación del usuario para el análisis de la información. Entre las herramientas más usadas se encuentra Microsoft Excel

Excel se encuentra integrado en el paquete de aplicaciones de Microsoft Office y es posible obtenerlo en versiones gratuitas o por un precio accesible. Excel 2010 es una plataforma diseñada en base a filas, columnas y celdas para la creación de hojas de cálculo en la cual es posible ingresar tanto datos numéricos como texto. A partir de una gran variedad de funciones programables, plantillas y ejemplos explicitos es posible

realizar cálculos, graficas y análisis de datos. Microsoft Excel permite la administración e intercambio de información mediante una visualización sencilla. Además ofrece características y herramientas eficaces para ayudar a descubrir patrones o tendencias que pueden llevar a decisiones más informadas y mejorar la capacidad de analizar grandes conjuntos de datos.

Las últimas versiones son capaces de recuperar la información desde cualquier conexión a internet. Microsoft Excel Web App permite editar prácticamente desde cualquier lugar mediante un explorador web, mientras que Microsoft Excel Mobile facilita el consultar hojas de cálculo completas, incluyendo los gráficos y el formato establecidos desde cualquier dispositivo móvil. (Microsoft Corporation, 2012)

Un criterio clave de Office es que no es necesario contar con recursos adicionales al sistema para su instalación. En la tabla 1 (Microsoft Corporation, 2012) se muestran los requerimientos del sistema para la instalación de cualquier producto de Office, incluido entre estos Excel 2010.

Tabla 1. Requerimientos de Office 2010

Componente	Office 2010
Equipo y procesador	500 MHz
Memoria (RAM)	256 MB
Disco duro	3 GB
Pantalla	1024 × 576*

Dentro de las instituciones Excel es utilizado como una herramienta para realizar el registro y seguimiento de los dispositivos médicos; así como para resaltar datos importantes de la gestión de tecnologías. Es importante mencionar que aunque es una herramienta de uso fácil sus funcionalidades de análisis llegan a verse opacadas por el poco dominio de las mismas por parte de los usuarios.

SCGM Comerciales

Por otro lado se encuentran aquellas aplicaciones comerciales desarrolladas por agentes externos a la institución, en la mayoría de los casos la adquisición de estos sistemas implica un alto costo pero su funcionalidad es mejor que en los sistemas desarrollados internamente. Sin embargo, la mayoría de estos sistemas no se encuentran enfocados al sector salud lo que deja dos opciones de elección: adquirir un software a la medida para cubrir las necesidades específicas de cierta institución o hacer la compra de un software de mantenimiento general que deja desatendidos ciertos parámetros relevantes para una mejor gestión del equipo medico.

Distintas compañías y personal independiente de programación ofrecen sus servicios para satisfacer necesidades específicas en cuanto a desarrollo e implementación de aplicaciones se refiere. El sector salud se suma a aquellas organizaciones que requieren de estos servicios. Como se menciono anteriormente cada institución es diferente y sus procesos de gestión de tecnologías de la salud varían de un lugar a otro, por lo que un SCGM realizado a la medida es la mejor opción en cuanto a parámetros funcionales a evaluar. Sin embargo debido a su especificidad los costos de estos sistemas suelen ser muy altos y por lo tanto no es rentable su implementación en todos los casos

Existe una gran diversidad de SCGM comerciales, tanto nacionales como internacionales. Un ejemplo de esto es el software llamado SAE, el cual asiste en los procesos de compra-venta, administración de inventarios, clientes, facturación, cuentas, entre otros. Este tipo de sistemas existen desde hace algunos años, por ejemplo Aspel-SAE se creo aproximadamente en 1992, esto ante la necesidad del control de las operaciones de compra-venta de diversas empresas que encontraron una solución en programas especializados para la correcta resolución y desarrollo de estrategias comerciales.

Las plataformas de SAE están basadas en distintos lenguajes de programación, dependiendo de la versión de la que se hable se pueden encontrar las plataformas DOS, Unix e incluso Windows. Es importante mencionar que esto depende de la evolución con

el tiempo de los requerimientos del sistema y del usuario ya que estos mismos cambian con el tiempo.

Como se menciona anteriormente, el sistema de SAE está enfocado a los pasos e interacciones que se siguen durante un proceso compra-venta dentro de una empresa como lo son inventarios, cuentas, clientes, empleados, facturación, compras y proveedores. Con los datos anteriores SAE es capaz de entregar un reporte que incluya estadísticas y gráficas útiles que permiten conocer mejor áreas de oportunidad y mejora dentro de una misma empresa.

El control automatizado de inventarios, incluyendo las variables que estos involucran, la seguridad de la información así como el acceso desde distintas localizaciones mediante una conexión de internet sin la necesidad de una inversión extra son elementos destacables del software de SAE.

Es importante mencionar que es necesario contar con los siguientes requerimientos técnicos para el correcto funcionamiento del programa SAE:

- Un procesador Intel de 32 Bits a 1 GHz
- 512 MB. de RAM
- 350 MB. de espacio libre en disco duro.
- Un monitor VGA (800 x 600)
- Sistema operativo Microsoft Windows ® XP, 2003, Vista, 2008 ó 7.

Una de las desventajas es que dependiendo al número de personas que tengan acceso al sistema estos requerimientos pueden aumentar. Finalmente la instalación no es tan sencilla como la de un programa que simplemente se instala al correr ciertos controladores, es necesaria una configuración personalizada que no puede realizarse sin conocimientos de sistemas de bases de datos, redes y computación a un buen nivel.

Por otro lado se llegan a encontrar sistemas del tipo SAP, que al igual que SAE, se encuentra en el mercado desde hace 20 años. SAP tiene distintos enfoques, uno de los cuales es el sector de soluciones para la atención médica, actualmente más de mil

empresas que trabajan con alguna rama de la medicina cuentan con este sistema. Este software se basa en la gestión de procesos que se deben de llevar a cabo dentro de un sistema de salud con la finalidad de organizar prioridades y administrar los recursos para su uso eficiente.

Entre los logros de aquellas empresas dedicadas a la atención médica que utilizan este sistema destacan el ahorro en los costos de materiales, devoluciones y suministros; reducción de la carga de trabajo para los empleados, reducción de adquisición de bienes innecesarios, mejora en la atención a pacientes, optimización de procesos de tratamiento, mejora en la seguridad de la información de clientes, entre otros.

SAP es un sistema realmente completo, se encuentra compuesto por los módulos: SAP ERP administración del capital humano, SAP ERP financiero, SAP logística y administración de las relaciones con proveedores, SAP administración de los pacientes, atención medica, estrategias de TI y un portafolio de soluciones. Estos elementos se pueden considerar un arma de doble filo ya que a pesar de ser un sistema que busca integrar todas las variables involucradas en el sector salud, su implementación y uso llega a ser demasiado compleja por lo que requieren capacitación a todo el personal que rota en dentro de la institución.

Cabe mencionar que debido a que SAP cuenta con servicios predefinidos y preconfigurados, en la mayoría de los casos son necesarias algunas adaptaciones específicas para cada empresa de manera tal que el software se ajuste a las exigencias de los clientes. Por lo tanto la implementación del programa lleva 12 semanas aproximadamente.

Otra de las desventajas a mencionar es que no cualquier persona es capaz de manejar este tipo de software debido a los distintos bloques que lo conforman, esto tiene como consecuencia que aquellas instituciones que deseen implementar este programa deberán capacitar a su personal para su uso y manejo. Cabe mencionar que esta capacitación representa un costo extra, sin mencionar que el software se vende por módulos y cada uno de estos tiene un alto costo.

Los creadores de SAP están conscientes de la complejidad del sistema por lo que ponen a disposición de aquellos que adquieran el software un servicio de soporte, asesoría y consultoría para ayudar a los usuarios con las problemáticas que se puedan presentar mientras que los usuarios se adaptan al uso del sistema.

Actualmente SAP también se encuentra presente dentro de aquellos proveedores de expedientes electrónicos clínicos, esta es una adaptación móvil del sistema en general abordando las exigencias del sistema de salud para ingresar fácil y rápidamente a datos del paciente como son: imágenes, patrañas, resultados de laboratorio, historial médico, ordenes clínicas, agenda del paciente y datos generales del paciente

El sector salud no es ajeno a este tipo de sistemas, este mercado se encuentra en constante innovación debido al rápido intercambio de conocimiento que tiene como efecto nueva tecnología, medicamentos y técnicas que mejoran la calidad de los servicios ofrecidos. Las organizaciones que ofrecen servicios de atención médica cada día integran más tecnología a sus procedimientos de manera que se procure mejorar la seguridad de los pacientes, la calidad de los tratamientos y la productividad tanto de personal como de recursos.

Uno de los sistemas más completos y utilizados por grandes hospitales y empresas del sector salud es el sistema conocido como MP Software especializado para el control y la administración del mantenimiento. Este software permite al usuario ingresar la información de todos los equipos que el hospital o empresa posean; tanto planos, especificaciones, localización e información de los proveedores, como las rutinas de mantenimiento y las fechas asociadas a estas actividades.

De este modo ofrece al usuario un gran número de facilidades para la administración de sus equipos. Los calendarios se actualizan automáticamente y la información recabada durante el mantenimiento puede ser utilizada para graficar tanto las actividades, los costos y los paros; al mismo tiempo que se guardan registros de los trabajos y recursos utilizados manteniendo así un perfecto control sobre el inventario de repuestos y consumibles.

Además se ofrece un control sobre órdenes de trabajo, resguardos de herramienta y garantías. Como servicios externos a la administración del mantenimiento también se ofrece soporte técnico, actualizaciones en línea para el software, servicios de consultoría, implementación y cursos de capacitación.




























Las grandes ventajas de este software son tanto lo completo que es el sistema como los requerimientos del software ya que estos son mínimos y pueden instalarse en cualquier computadora. Sin embargo posee algunas desventajas: el sistema puede resultar caro y a pesar de poseer distintos niveles según los servicios brindados podría no convenirle a la empresa u hospital ya que por ejemplo el nivel básico ya no significaría una gran ventaja para el mejoramiento de la administración del mantenimiento debido al bajo nivel de opciones que posee.

Por otra parte no posee con un sistema portátil que pueda ayudar a mantener el perfecto control incluso cuando se encuentra fuera de la empresa, finalmente este no es un software especializado para equipo médico por lo que algunas características propias del área de biomédica y las regulaciones y recomendaciones para la gestión de la tecnología de salud faltan en el sistema.

Síntesis de SCGM

Los sistemas previamente descritos son utilizados en distintos ámbitos, mas ninguno de estos se encuentra enfocado al sector salud específicamente, lo cual deja ciertos parámetros desatendidos generando factores de error. En la tabla 2 se presenta una comparación de las funcionalidades principales de los SCGM comerciales analizados, de SCGM a la medida y de las funcionalidades consideradas en esta etapa para el proyecto MedLink con las que se contará en la aplicación final.

Tabla 2. Comparación de sistemas computarizados de mantenimiento

	ASPEL - SAE	SAP	MP Software	Software a la medida	MedLink
Inventario					
Rutinas de mantenimiento					
Ordenes de trabajo					
Calendarización					
Historial de mantenimiento					
Análisis de la información					
Acceso desde la web					
Personalizado					
Recomendaciones WHO, JCAHO, ECRI					

5. Desarrollo



Figura 1: Diagrama sobre los pasos a seguir durante el desarrollo

Para el desarrollo de software se sigue una línea de trabajo específica que consta de un análisis de requerimientos y de la información recopilada, del diseño de la aplicación que se desea desarrollar, de la prueba de concepto y finalmente la implementación de la misma. Para la creación de la aplicación web para la gestión de equipo médico “MedLink” se siguieron los pasos descritos en la figura 1. A continuación se presentan los resultados obtenidos tras cada etapa del desarrollo.

5.1 Análisis de requerimientos

Durante la etapa de análisis de requerimientos como su nombre lo indica se realizó una amplia investigación, tanto bibliográfica como de campo, para definir los requerimientos con los que debe contar la aplicación a desarrollar de manera que esta cubra las principales necesidades de las instituciones del sector salud en cuanto a gestión de tecnología.

En la investigación de campo se seleccionaron dos empresas que contaran con un departamento de servicio y dos hospitales que contaran con un departamento de

ingeniería biomédica. A continuación se presenta una síntesis de la información recopilada a través de cuatro entrevistas realizadas a dichas instituciones con el objetivo de conocer los procesos que se siguen para la administración de equipo médico. Así mismo se hicieron preguntas relacionadas con el uso de las herramientas implementadas, tanto en las empresas como en los hospitales, para el control de dichos procesos.

La empresa ADISAT, ubicada en Av. Tamaulipas 150 piso 601 Col. Hipódromo Condesa, se dedica tanto a la venta como al mantenimiento de equipo médico en las áreas de estética, oftalmología y urología en México. Esta compañía implementa una serie de procesos establecidos para una gestión eficiente de la amplia gama de tecnología que maneja.

Hasta hace algunos años la información relacionada a la gestión de tecnologías y recursos era almacenada en una base de datos desarrollada por el mismo personal de la empresa, sin embargo debido a la falta de personal enfocado a esta área la base de datos se ha vuelto obsoleta.

Actualmente se basan en un sistema de hojas de cálculo para el depósito de datos de clientes y equipos, los cuales si bien se pueden consultar no cuentan con algún tipo de análisis. Mientras que su calendarización de eventos se encuentra en otro documento de Excel a partir del cual actualizan mensualmente un calendario físico que se encuentra a la vista del personal de servicio. (J. Figueroa, entrevista, 05/09/12)

En cuanto a la expedición de ordenes de servicio y reportes de mantenimiento se encontró que no se cuenta con un registro computarizado, es decir que se hace en base a formularios físicos que deben de ser almacenados en distintas carpetas, lo cual es una problemática al momento de querer obtener información de eventos pasados. Esto sin mencionar el inminente riesgo de la pérdida de información por algún descuido o desastre natural. (J. Figueroa, entrevista, 05/09/12)

Al comentar el uso de SCGM en este tipo de ámbitos el ingeniero Figueroa dijo haber contemplado la opción anteriormente, sin embargo considera que los elementos disponibles en el mercado no lo convencen debido a que no están hechos a la medida de sus requerimientos, sin mencionar que el precio por un software de este tipo es bastante elevado. (J. Figueroa, entrevista, 05/09/12)

Los principales procesos que manejan son:

- Registro de entrada de equipo; consiste en agregar los datos pertinentes del equipo al que se le está dando de alta en la base de datos.
- Registro de baja de equipo; consiste en eliminar la información del equipo que se ha dado de baja.
- Ordenes de servicio; consiste en introducir los datos del equipo y los servicios realizados.
- Registro con la información de sus clientes; consiste en guardar la información de los hospitales y doctores donde se encuentra el equipo así como los datos de contacto.
- Calendario en hoja de calculo y físico; consiste en anotar las actividades a realizar mensualmente en un calendario de pared. Para ello se programan los mantenimientos asociados desde la instalación del equipo. En el caso del mantenimiento correctivo reciben una llamada del cliente que les indica el equipo y la falla, con lo cual se concreta una cita lo más pronto posible

Algunas de las opciones que resultarían útiles dentro de un software son:

- Calendario que muestre los mantenimientos que se deben de realizar así como las fechas en las que se debe abastecer el inventario de consumibles y refacciones.
- Notificaciones de acuerdo a la calendarización de eventos
- Historial de los mantenimientos preventivos y correctivos realizados.
- Se muestre el estatus de la orden de servicio de los equipos; ya sea abierta, cerrada, en espera de refacción o pendiente.
- Guías de procedimientos de mantenimiento en situaciones estándar.
- Establecimiento de una bases de datos donde exista congruencia entre los parámetros ingresados, actualizados y eliminados.
- Inventario con las piezas existentes y refacciones.

La empresa *Clinic & Biomedic Consulting*, ubicada en Insurgentes Sur 826 Piso 10 Norte en la colonia Del Valle, se dedica a brindar mantenimiento, tanto preventivo como correctivo, al equipo médico de la empresa Boston Scientific en hospitales de México y América Latina. Actualmente se encuentran en proceso de obtener más responsabilidades de atención y servicio de equipo médico para otras compañías.

Para administrarse utilizan distintas bases de datos creadas por los empleados de la compañía. En estas bases de datos descargan la información de sus clientes, los servicios que realizan, el inventario de sus refacciones y por último la información del equipo médico. Además de este SMC interno poseen una aplicación para iPad que les permite realizar sus órdenes de servicio en el hospital donde se encuentren laborando; esto lo realizan mediante un PDF editable que además les permite firmarlas.

Este PDF posteriormente es adjuntado a su base de datos; sin embargo este proceso es fuente de errores en los registros. Sus principales limitaciones se encuentran en la falta de un calendario dentro de esta aplicación y en el hecho de que sus bases de datos no se encuentran relacionadas entre sí, así que si un rubro del mismo elemento afecta otro parámetro se tiene que hacer el cambio manualmente en cada una y en el caso de olvidarlo se comienza a tener incongruencia de datos. (D. Cruz, entrevista, 14/09/12)

Los principales procesos que manejan son:

- Registro de entrada de equipo; consiste en agregar los datos pertinentes del equipo al que se le está dando de alta en la base de datos.
- Registro de baja de equipo; consiste en eliminar la información del equipo que se ha dado de baja.
- Ordenes de servicio; consiste en introducir los datos del equipo y los servicios realizados, para ello poseen una aplicación móvil en el iPad y una base de datos en la oficina.
- Registro con la información de sus clientes; consiste en guardar la información de los hospitales donde se encuentra el equipo así como los datos de contacto.

- Calendario fuera del software; consiste en anotar los pendientes de la semana en un pizarrón. Para ello se ponen en contacto con Boston Scientific el cual les indica la fecha y horario que se ha fijado con el hospital para el mantenimiento preventivo. En caso de ser mantenimiento correctivo reciben una llamada del representante de Boston Scientific que les indica el equipo, la falla y el lugar al que deben acudir.

Algunas de las opciones que les resultarían útiles dentro de un software son:

- Calendario que muestre los mantenimientos que se deben de realizar así como las fechas en las que se debe abastecer el inventario de consumibles y refacciones.
- Se muestre el estatus de la orden de servicio de los equipos; ya sea abierta, cerrada, en espera de refacción o pendiente.
- Relación entre bases de datos; de este modo si algún dato es modificado en alguna de las opciones que poseen actualmente, éste se modifique en las otras opciones donde está presente.
- Relación entre el iPad y su software; para que los datos se pasen a la base de datos automáticamente.
- Un historial de las piezas que se le han cambiado a cierto equipo dado.

El hospital Medica Sur Tlalpan, localizado en Puente de Piedra 150 en la colonia Toriello Guerra, es un hospital altamente reconocido por el uso de tecnología de punta en áreas como oncología, cardiología, neurocirugía, cirugía plástica, radiología e imagen y cirugía bariátrica. Esta institución esta conformada por 204 camas de hospital, 21 quirófanos y 557 consultorios de todas las especialidades. (Grupo Médica Sur, 2011)

El hospital utiliza el software “Sistema de administración de equipos y presupuestos” (SAEP) hecho a la medida por una persona contratada especialmente con este fin. Sin embargo esta persona no se encuentra ya trabajando para la institución y el sistema no ha recibido actualizaciones para cumplir con las nuevas necesidades que han surgido con

el paso del tiempo. Es por esta razón que actualmente se está analizando la posible compra de un software entre los cuales se encuentra “MP software”.

El Ing. Vladimir Ruiz comenta que en el caso de MP software se cuenta con funciones que no utilizaría el departamento de ingeniería biomédica ya que no están enfocadas al ámbito clínico. Mientras que hay elementos que no son considerados, como la valoración de equipo para su inclusión en el inventario, lo cual deberá ser implementado mediante formularios físicos y no hay una manera de integrar estos fácilmente al sistema. (V. Ruiz, entrevista, 19/09/12)

Los principales procesos que manejan son:

- Registro de entrada de equipo; se genera mediante el software SAEP un nuevo archivo con los datos del equipo, el software autogenera un número de folio para el formato y un número de control para el equipo según el área, el tipo de equipo y el número de equipos similares con los que se cuentan en el área. Se imprime la documentación con los datos y se sacan tres copias que deben poseer las firmas tanto del jefe de biomédica, como del biomédico que realiza la actividad y del jefe del área donde se localiza o localizará, estas copias son archivadas por cada parte afectada para poseer un mejor control.
- Registro de baja de equipo; se realiza un formato donde se detallen las razones por las que se da de baja y se borra del software SAEP. Igualmente se imprime, se firma y se archiva el documento.
- Ordenes de servicio; consta de un formato con los datos generales del equipo, el tipo de mantenimiento realizado, los materiales utilizados y las actividades realizadas. Estos documentos después de completarse en la computadora son impresos, firmados y archivados.
- Registro para alta de equipo provisional; se utiliza cuando el equipo médico entra por renta o préstamo, similar a una orden de servicio pero con información del responsable del equipo. En este caso una copia extra es impresa para el área de seguridad.
- Calendario; al darse de alta un equipo se generan las fechas tentativas de mantenimiento las cuales se agregan a un calendario del software. Este calendario no es muy utilizado, cada ingeniero biomédico prefiere generar un calendario en PDF para conocer las actividades que tienen al mes.

Algunas de las opciones que les resultarían útiles dentro de un software son:

- Un control gráfico sobre los equipos que más fallas presentan y las razones de éstas, esto con el fin de poder justificar la necesidad de nuevo equipo en dado caso.
- Calendario actualizado que pueda consultar el personal encargado de agenda los estudios; esto debido a que actualmente poseen la información de los días en los que se realizará mantenimientos preventivos pero estos a veces se atrasan por lo que las fechas deben recalendarizarse, así que este personal debería poder ver en tiempo real el estado de los mantenimientos.
- Algún método para distribución equitativa del trabajo a lo largo del año para evitar meses con sobrecarga de trabajo y meses muy relajados.

El “Grupo Ángeles” participa en los sectores de turismo, comunicación, finanzas y salud. Dentro del campo de salud en conjunto cuenta con 22 unidades hospitalarias, aproximadamente 3,000 consultorios, más de 2,000 camas censadas y 200 quirófanos.

Por parte del Grupo Ángeles se determinó que no se utiliza ninguna clase de software a pesar de haber comprado uno hace varios años el cual resultaba caro y difícil de instalar por lo que su uso es deficiente. Los procesos de mantenimiento y gestión de equipo médico se registran a mano a pesar de que el Ing. Raúl Reyes reconoce la importancia de un software que se adecúe a las necesidades del hospital. (R. Reyes, entrevista, 10/09/12)

Por otro lado mediante correo electrónico se le hicieron una serie de preguntas al Ing. Reyes para conocer características específicas de los procesos de gestión de tecnologías que se siguen dentro de los hospitales de Grupo Ángeles, con los cuales posteriormente se realizó un análisis y comparación con otras instituciones.

La tecnología juega un rol clave en la atención de la salud, los SCGM son una herramienta flexible que cuando es correctamente implementada tiene la capacidad de transformar la gestión del equipo médico mientras que al mismo tiempo mejora la disponibilidad y funcionalidad de la tecnología requerida para prevenir, diagnosticar y tratar enfermedades.

Los programas de SCGM contienen una base de datos computarizada con la información relacionada a los elementos tecnológicos de cierta institución y a los procedimientos asociados a los mismos. En la gestión de tecnologías de la salud el SCGM es usado de igual manera, incluyendo la automatización de la documentación de actividades relacionadas al equipo médico como la adquisición, inventariado, mantenimiento, refacciones, contratos, reportes. etc.

Un sistema de SCGM integra la información dentro de una base de datos compuesta de campos, tablas, módulos y pantallas.

Un campo es una pieza única de información, por ejemplo el número de serie del equipo. Mientras que una tabla es una colección de campos relacionados, por ejemplo, una tabla de ubicación del equipo podría estar formada por los campos "edificio", "departamento" y "área" donde se guarda la información específica de los equipos. A continuación se presenta una lista (tabla 3) de las tablas y los campos que son incluidos comúnmente en un SCGM para la administración de tecnologías de la salud

Tabla 3. Tablas y campos usados comúnmente en SCGM

Tabla	Campos
Tipo de equipo	<ul style="list-style-type: none"> • Tipo de equipo • Procedimientos de inspección y mantenimientos preventivo • Frecuencia de los procedimientos de inspección y mantenimiento • Nivel de riesgo • Personal responsable
Modelo del equipo	<ul style="list-style-type: none"> • Número de modelo • Número de serie • Partes del equipo • Código y nombre de las partes
Fabricante/vendedor	<ul style="list-style-type: none"> • Código y nombre del fabricante/vendedor • Datos de contacto del fabricante/vendedor • Dirección del fabricante/vendedor • Nombre del contacto del fabricante/vendedor
Consumibles	<ul style="list-style-type: none"> • Código • Nombre • Numero de orden
Personal	<ul style="list-style-type: none"> • Código • Nombre • Puesto • Nivel de acceso • Detalles de entrenamiento
Mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Numero de inventario • Numero de orden • Proveedor del servicio • Ingeniero que realizo el servicio

Institución

- Procedimientos realizados
- Código
- Nombre
- Departamento
- Tipo de institución

La estructura básica de un SCGM está conformada por los módulos de inventario de equipos, administración de refacciones, mantenimiento y el módulo de administración de contratos.

Dentro del primero de estos módulos, el inventario debe de integrar el equipo médico relevante para el desarrollo de un plan de mantenimiento eficiente, para lo cual determinar aquellos equipos que deben de ser incluidos en el sistema de inventario y administración es de vital importancia ya que por un lado la exclusión de un elemento crítico puede comprometer la seguridad y eficiencia, mientras que la inapropiada inclusión de un dispositivo equivale a un gasto de recursos. (Dyro, 2004)

La "Association for the Advancement of Medical Instrumentation" (AAMI), en su ampliamente reconocido estándar *Prácticas recomendadas para la administración de equipo médico*, requiere que el criterio de inclusión al inventario tome en cuenta la función del equipo, el riesgo asociado con el equipo, los requerimientos de mantenimiento y el historial de incidentes. Fennigkoh y Smith en 1989 crearon un algoritmo numérico para evaluar las tecnologías médicas basado en los valores anteriores.

El modelo de Fennigkoh y Smith se basa en la asignación de puntos por categorías, los cuales al sumarse de acuerdo a la fórmula resultan en valores de un rango del 3 al 20. Donde si un equipo tiene un valor menor a 12 este no debe ser incluido dentro del inventario computarizado.

$$EM = \text{Función} + \text{Riesgo} + \text{Mantenimiento Requerido}$$

La función de cierto equipo consta de subcategorías de acuerdo al área a la que este dirigido el dispositivo médico. En la tabla 3 es posible observar las distintas categorías y la escala de puntos asignada a cada uno. Mientras que en la tabla 4 se tiene el riesgo presente en caso de que determinado equipo llegara a fallar y su puntuación correspondiente. Finalmente en la tabla 5 se tiene el periodo de mantenimiento que se asocia a cierto equipo y su puntuación correspondiente.

Tabla 3. Función del equipo

Categoría	Descripción de la función	Puntuación
Terapéutica	Equipos de soporte de vida	10
	Equipos para cirugía y cuidados intensivos	9
	Equipos de terapia física y para tratamiento	8
Diagnostico	Equipos para el monitoreo de variables fisiológicas en cirugía y terapia intensiva	7
	Equipos para el monitoreo fisiológico adicional y para diagnostico	6
Análisis	Equipos analíticos de laboratorio o para análisis de laboratorio	5
	Equipos auxiliares de laboratorio	4
	Equipo de cómputo asociado a equipo médico	3
Otros	Equipos auxiliares para el cuidado general del paciente	2

Tabla 4. Riesgo físico asociado a la aplicación clínica

Descripción del riesgo	Puntuación
Muerte potencial del paciente	5
Daño potencial del usuario o paciente	4

Terapia inapropiada o diagnóstico erróneo	3
Daño del equipo o riesgo mínimo	2
Insignificante o sin riesgo	1

Tabla 5. Requerimientos de mantenimiento

Requerimiento de mantenimiento	Puntuación
Exhaustivo	5
Por encima del promedio	4
Promedio	3
Debajo del promedio	2
Mínimo: Inspección visual	1

Cada institución tiene necesidades, procesos y planeación distintas, por las cuales los inventarios de cada una de ellas nunca contarán con los mismos elementos. Sin embargo las características a evaluar en un equipo para determinar su integración al inventario de un SCGM son generales y aplicables a cualquier equipo médico; por lo cual es correcto decir que el concepto del número EM es aplicable en cualquier organización del sector salud.

Otro factor relevante dentro del inventario en un SCGM es la información con la que debe de contar incluso el sistema más básico de manera que exista una correlación relevante y útil con las actividades en la organización y la base de datos. La OMS hace un listado de la información, tanto opcional como mínima, que debe ser integrada en el inventario de un SCGM, así como de aquellos elementos específicamente enfocados a la atención a la salud que deben ser incorporados. Esta información se muestra en las tablas 6 y 7.

Tabla 6. Información mínima en inventario.

Elemento	Descripción/propósito	Tipo de inventario
Número de identificación del equipo	Identificador único para cada pieza de un equipo	Equipo médico
Tipo de equipo/elemento	Identificador de elementos usando una nomenclatura estándar y uniforme	General
Descripción breve del equipo/elemento	Describe el objeto, incluyendo su función y	General

Proveedor	propósito Usado como punto de contacto para asuntos de compra, garantía, etc.	General
Modelo/parte	Identificador único de la línea del producto (asignado por el proveedor)	General
Número de serie	Identificador único del objeto (asignado por el proveedor)	General
Ubicación física	Incluye el departamento, permite ubicar el equipo cuando el mantenimiento es requerido. Puede incluir ubicación de consumibles y partes de repuesto	General
Estatus de operación	Identifica al equipo como "en servicio" o "fuera de servicio", incluye la razón por la cual se encuentra fuera de servicio, fecha próxima de calibración y mantenimiento.	Equipo médico
Requerimientos de potencia	Describe la potencia requerida para el funcionamiento del equipo, como 110V, 220V, 380 V o trifásico. Es útil para conocer aquellos equipos que requieren de adaptaciones	Equipo médico
Requerimientos de operación y servicio	Identifica cualquier requerimiento especial necesario para la operación o servicio del equipo	Equipo médico
Fecha de actualización del inventario	Fecha en la que el equipo fue registrado y en la que la información fue actualizada por última vez	General
Proveedor de servicio de mantenimiento	Enlista los detalles del proveedor incluyendo nombre, detalles de contacto, de contrato y acciones llevadas a cabo cuando el equipo recibe mantenimiento externo	Equipo médico
Fabricante	Identifica la compañía que construye el elemento, incluyendo su nombre, dirección y detalles de	General

contacto

Tabla 7. Información adicional en el inventario

Elemento	Descripción/propósito	Tipo de inventario
Versión de software	Usado en equipos que cuentan con software para su función, usado para identificar problemas relacionados a este	Equipo médico
Propietario	Incluye los datos de contacto del propietario del equipo, es útil para notificaciones relacionadas al mantenimiento	Equipo médico
Costo de adquisición	Con finalidades de presupuesto y valoración de elementos	General
Fecha de adquisición	En el caso de bienes económicos se utiliza para calcular la depreciación o remplazo de los mismos. En el caso de consumibles es útil para calcular su uso promedio	General
Fecha de vencimiento de la garantía	Útil para tener seguimiento de la garantía	General
Fecha de instalación y resultados e información de pruebas generales	Sirve como fundamento del historial de servicios y es usado como referencia ante problemáticas	Equipo médico
Clasificación según el riesgo	Determina la inclusión del equipo en el inventario, también puede ser usado para determinar prioridades en el mantenimiento	Equipo médico
Programación de mantenimientos preventivos	Presenta la frecuencia con la que los procedimientos de mantenimiento se realizan	Equipo médico
Fechas de calibración realizadas y resultados, así como las fechas futuras y los procedimientos	Sirve como referencia cuando existe un problema con el equipo y asegura que el equipo este en buenas condiciones	Equipo médico
Elementos asociados,	Identifica equipo de soporte,	Equipo médico

sistemas, accesorios, consumibles, repuestos	incluyendo cualquier aparato o accesorio necesario para el funcionamiento del equipo	
Año de fabricación	Usado para calcular la antigüedad del equipo, útil para definir el replazo	Equipo médico
Expectativa de vida	Expone el tiempo de vida en años que se espera que un equipo trabaje de manera segura y efectiva	General
Historial de servicios y operación	Puede incluir órdenes de servicio y mantenimiento junto con otra información relevante de los mismos. Esta información es usada para el replazo de la unidad y en casos de fallas continuas	Equipo médico
Historial de reporte de fallas	Usado para dar seguimiento a posibles riesgos presentes en relación a un equipo	Equipo médico

La información presentada en las tablas 6 y 7 es útil y relevante para la creación e implementación de un sistema de inventario dentro de las facilidades del campo de salud. Además de estas recomendaciones es posible agregar o adaptar los elementos que lo componen de acuerdo a los requerimientos específicos de cada institución.

Es imprescindible para cualquier organización que maneje tecnologías para la atención de la salud ejecutar un sistema para la gestión de equipo médico eficaz, el inventario sirve como una base para este programa. Los periodos de inspección, prueba y mantenimiento son definidos por el análisis inicial del riesgo que determina la inclusión de un equipo dentro del inventario. Así mismo el inventario también puede ser utilizado con fines de seguimiento y elaboración de presupuestos, entre otros.

El módulo de gestión de piezas de repuesto es una extensión del módulo de inventario que presenta un seguimiento de las piezas de repuesto relacionadas con cierto elemento tecnológico, con lo cual se ayuda a conocer los niveles disponibles en el almacén.

Los elementos incluidos en este inventario son las diferentes piezas intercambiables de un equipo, tales como fusibles, cables, baterías y componentes electrónicos básicos. Aquellas partes que sean más específicas para cierto modelo también son tomadas en cuenta, tales como placas de circuito, fuentes de alimentación, tubos de rayos X y sondas de ultrasonido.

Estos datos pueden ser utilizados para que el sistema alerte al usuario de cuando los niveles de existencia sean bajos, para crear informes con respecto a la frecuencia del cambio de piezas y para tener a la mano una lista de todas las piezas necesarias para el funcionamiento correcto del equipo

El módulo de mantenimiento asiste a la institución en la planificación y programación efectiva del mantenimiento de los equipos. Este módulo es útil tanto para mantenimientos preventivos como correctivos. Con el ingreso de datos apropiados, los SCGMC pueden calcular cuando un elemento tecnológico requiere de mantenimiento preventivo. El modulo también puede ser configurado para supervisar el proceso de mantenimiento e indicar cuando este ha sido completado.

Por otro lado cuando se informa de un problema con el equipo, el departamento responsable puede registrar el reporte en el sistema de SCGMC. El sistema es capaz de generar automáticamente una orden de trabajo y permitir que el administrador del sistema asigne un ingeniero para el trabajo. Así mismo el SCGMC puede proporcionar información con respecto a la carga de trabajo, la formación y la experiencia del personal disponible para realizar la tarea.

Ya sea un mantenimiento preventivo o correctivo, se puede asignar un nivel de prioridad para el mantenimiento a realizar con referencia al riesgo que representa la falla de dicho equipo y a la disponibilidad de equipos de respaldo.

Los campos que se pueden incluir dentro de este módulo de acuerdo a la OMS son:

- Detalles de la inspección del equipo
- Procedimientos de mantenimiento
- Equipo necesario para la inspección y mantenimiento

- Frecuencia de fallas del equipo;
- Horas estimadas de funcionamiento del equipo

El módulo de gestión de contratos es utilizado para rastrear los mantenimientos realizados por compañías externas. Los principales factores a monitorear son el costo y el rendimiento tanto del ingeniero como del equipo.

Si el equipo médico se encuentra bajo contrato, ya sea a través de la garantía o por un costo adicional, el proveedor es obligado a proporcionar apoyo técnico a los equipos durante un período acordado. El programa de SCGMC puede generar alertas cuando un equipo tenga programada una inspección y al mismo tiempo presentar los términos y costos relacionados.

Las pantallas se pueden utilizar para generar informes que ayudaran a vigilar las actividades relacionadas con la gestión de equipo médico. Esto ayuda a los administradores a evaluar el rendimiento global de su sistema de gestión de tecnologías de la salud. Una pantalla permite al usuario interactuar con el sistema para añadir, editar, eliminar, recoger y analizar datos de una selección de campos, tablas y módulos a través de una interfaz amigable.

La pantalla más característica de un SCGM es aquella que muestra el historial del equipo, esta pantalla es una colección de datos de los diferentes módulos mencionados anteriormente. La información que se despliega en la misma suelen ser los detalles de inventario, las actividades de servicios, repuestos usados y costos asociados.

Los informes generados pueden ser predefinidos o personalizados para una determinada aplicación o uso. Es importante que sea una interfaz de uso fácil que permita al usuario seleccionar la información que desea extraer y analizar a partir de la base de datos. Finalmente los datos desplegados pueden ser exportados a otros sistemas computacionales como Excel y Access.

Los SCGM pueden ser conectados a una red de distintas maneras dependiendo de la infraestructura de tecnologías de la información disponibles en cierta institución y del tamaño del departamento responsable de la gestión de tecnologías.

En general hay dos opciones principales conocidas como “*on-premise*” y “*on-demand*”. La Tabla 8 describe las características de ambas soluciones de redes y las opciones disponibles para cada una.

Tabla 8. Características de las opciones de conexión con el SCGM

SCGM instalado y ejecutado desde la institución	El personal de la institución es responsable de la infraestructura tecnológica	La Estación de trabajo es independiente del sistema, lo cual es útil sólo en pequeñas instituciones
	El personal de la institución paga una cuota para el uso de la licencia	Sistema en red local Despliegue en la web
	El personal de la institución personaliza las características y funciones para satisfacer sus requisitos	Arquitectura abierta con integración para otras aplicaciones en similar o plataformas diferentes
	El personal de la institución tiene el control total de la	Construido con tecnologías estándar

On-demand	Software como un servicio	El proveedor del sistema ofrece la licencia para varios usuarios	El proveedor del Sistema basado 100% en el acceso mediante una conexión a internet
		La infraestructura es provista por el vendedor	No requiere instalación de una instalación
		Sistema de entrega a través de Internet	Arquitectura abierta con integración para otras aplicaciones en similar o plataformas diferentes
		El usuario no requiere de hardware o software	Construido con tecnologías estándar
		El cliente paga por el acceso a la aplicación	

Ya sea que se trate de un sistema comercial o de un diseño personalizado, un SCGM conlleva una serie de ventajas, entre ellas un menor tiempo y esfuerzo para el seguimiento del mantenimiento de los equipos médicos, una mejor organización de actividades y del personal disponible, un fácil acceso a informes, una reducción considerable en errores y la evaluación de indicadores y productividad.

El SCGM proporciona documentación electrónica de inventarios de equipos, pruebas, reparaciones, mantenimiento y las historias de equipos. Por lo que al ser implementado correctamente, puede ser utilizado como una herramienta eficaz en la administración de tecnologías de atención a la salud para complementar los programas existentes y mejorar

la gestión global de la tecnología, al tiempo que contribuye a la prestación eficaz de servicios de salud.

Aunque el uso de un sistema basado en papel para el inventario es perfectamente aceptable, un sistema de inventario computarizado puede facilitar la gestión de tecnología médica, sobre todo para las instituciones que manejan grandes cantidades de dispositivos. El inventario puede ser integrado en un Sistema de Gestión de Mantenimiento Computarizado (SCGMC), el cual generalmente combina el historial de inventario, reparación y mantenimiento, así como el control de órdenes de trabajo en un solo sistema. Otra información que sea necesaria también puede ser incluida.

Al mismo tiempo un SMC es capaz de generar informes estadísticos para identificar las tendencias de mantenimiento y para determinar soluciones tales como el remplazo del equipo y las actividades de servicio relacionadas de manera inteligente e interactiva con el usuario.

Con el objetivo de brindar una herramienta innovadora y de gran utilidad para la gestión de equipo médico se realizó un análisis de la información obtenida y de los flujos de trabajo para sintetizar las funciones de mayor utilidad que permitan mejorar el proceso administrativo de los usuarios potenciales de la aplicación web para asegurar la seguridad tanto del paciente como del operador del equipo.

A continuación se presenta una síntesis mediante diagramas de flujo de los principales procesos que se realizan dentro de una empresa y hospital para la gestión de equipo médico.

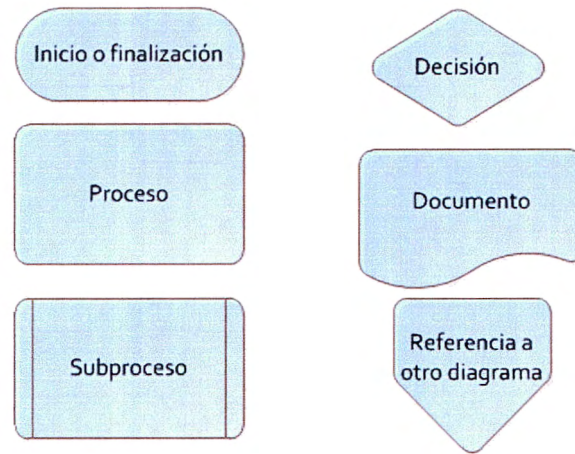


Figura 2. Descripción de los elementos de un diagrama de flujo.

Para un mejor entendimiento de los procesos descritos a continuación se puede observar en la figura 2 el significado de los distintos bloques utilizados dentro de los diagramas de flujo.

En la figura 3.1 se pueden observar los procesos dentro de un hospital desde que arriba el equipo al hospital hasta que por circunstancias tales como una falla irreparable, discontinuación de repuestos entre otras se le da de baja al equipo. Como se puede apreciar los procesos principales son, alta y baja de equipo, mantenimientos tanto preventivos como correctivos, y finalmente un calendario para agendar dichos eventos. Por otra parte se puede observar que entre este diagrama y aquel de la figura 3.2 existe una relación. Este último muestra los procesos a realizar cuando se trata de algún mantenimiento externo, es decir realizado por una empresa y no por los ingenieros del hospital.

Por otro lado en la figura 4 podemos observar el diagrama de flujo de los procesos dentro de una empresa, los cuales concluimos son similares a los que se realizan dentro de un hospital con la diferencia de algunos procesos previos como las pruebas de funcionalidad que se le realiza al equipo antes de venderse, el contrato para la póliza de mantenimiento, y un continuo chequeo de las refacciones que hay en inventario para solicitar más de estarse agotando.

Finalmente en la figura 5 se realizó una integración de los procesos que se llevan a cabo en ambos ámbitos, hospital y empresa.

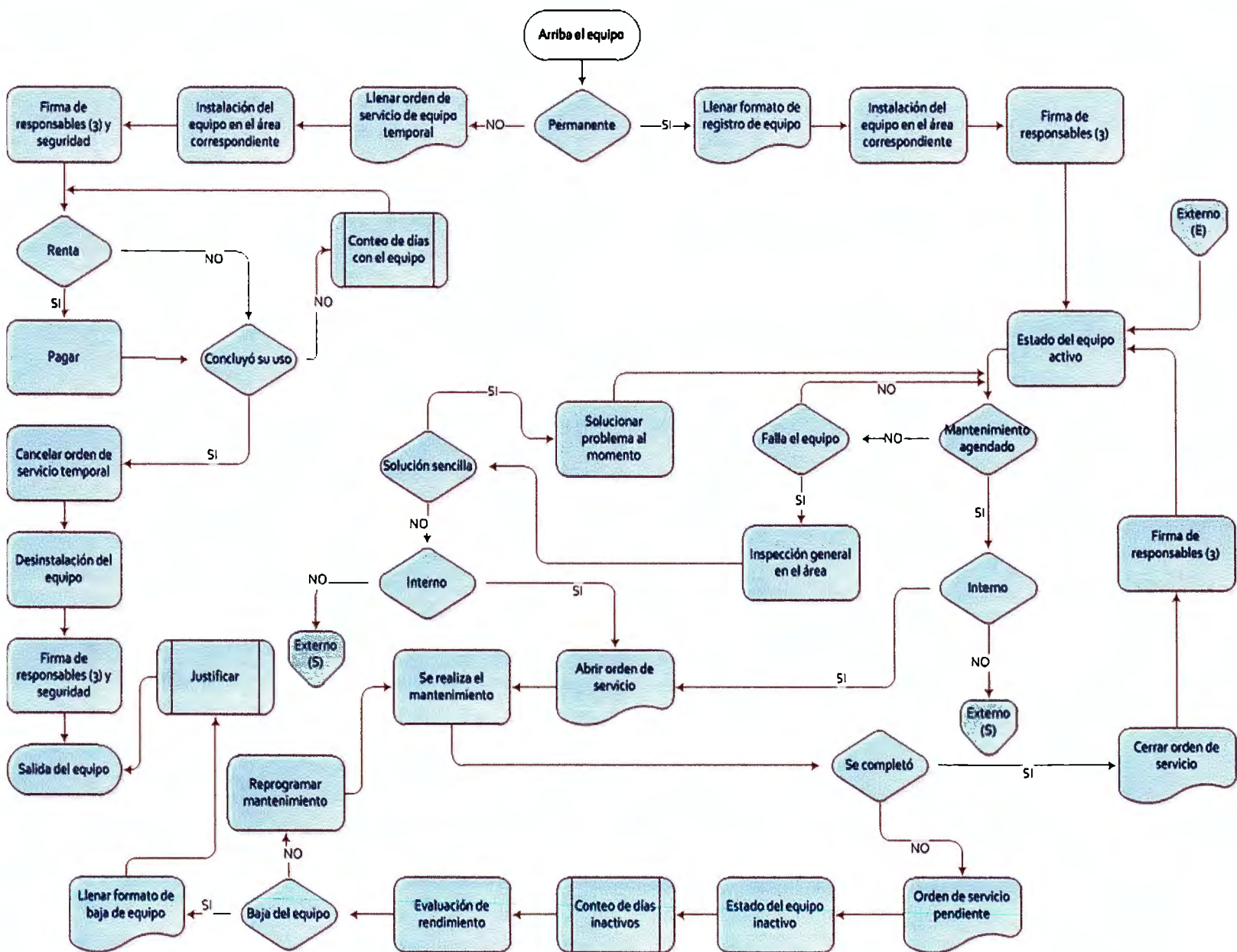


Figura 3.1 Diagrama de la gestión de equipo médico en hospitales

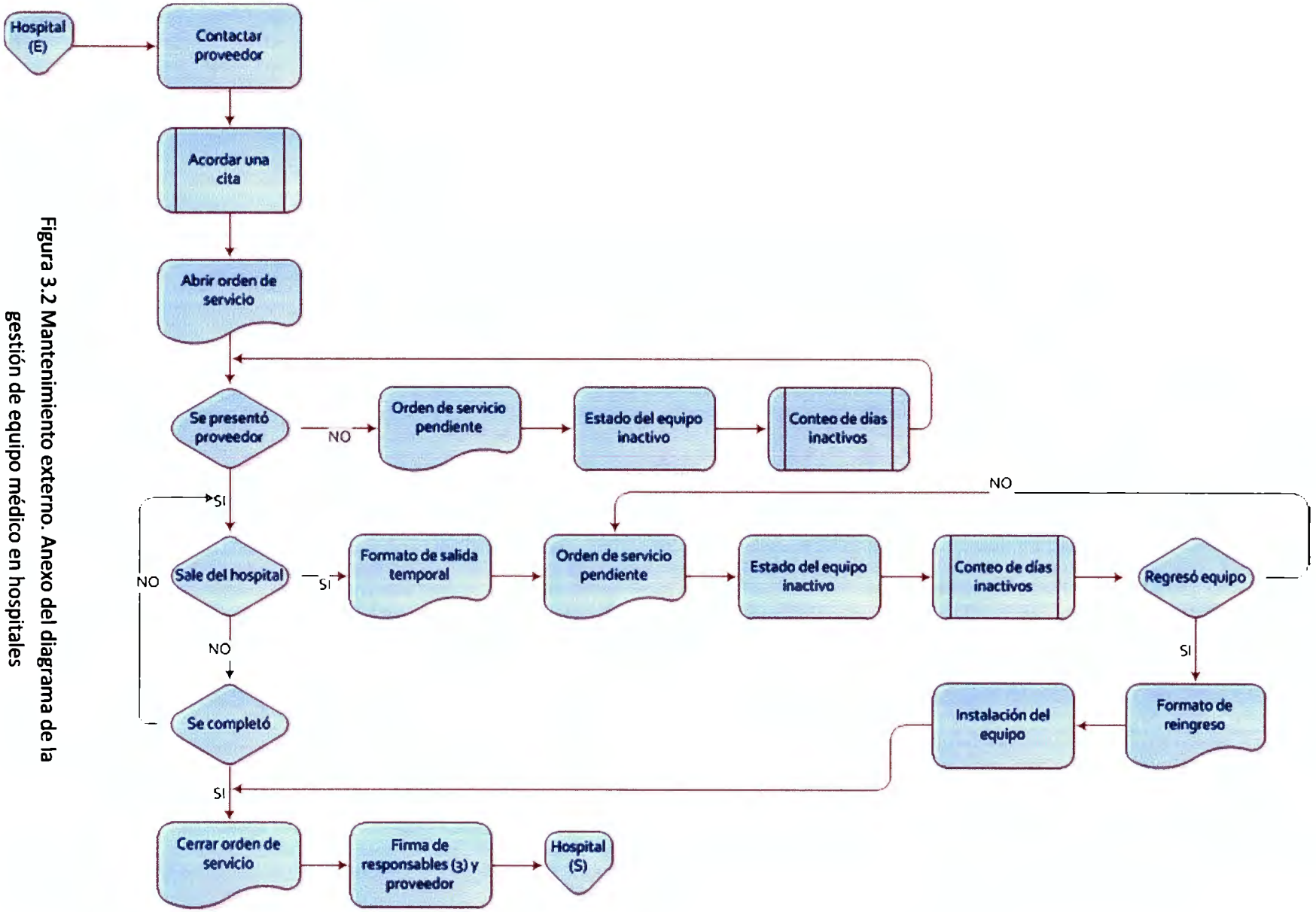


Figura 3.2 Mantenimiento externo. Anexo del diagrama de la gestión de equipo médico en hospitales

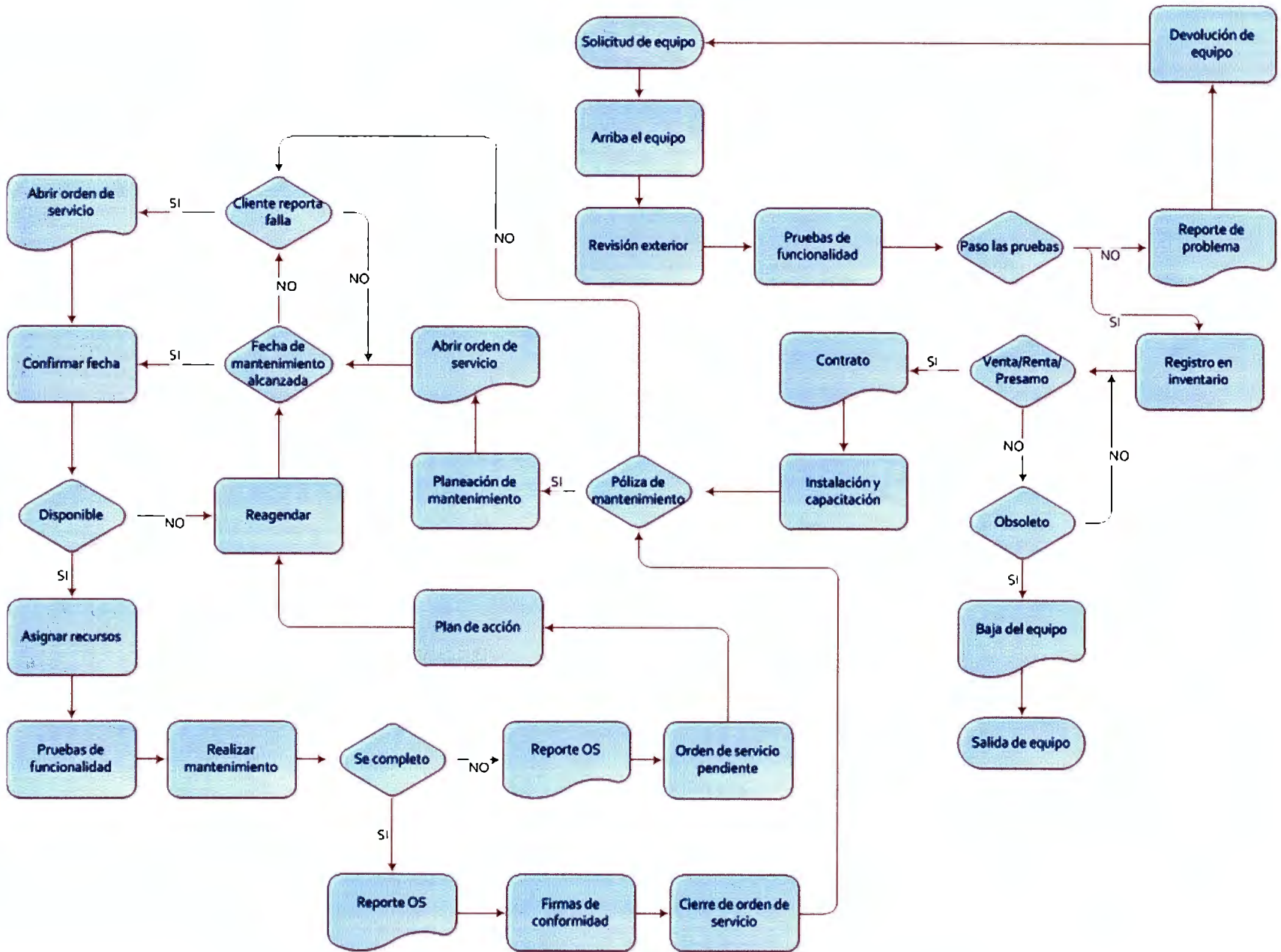


Figura 4. Diagrama de la gestión de equipo médico en empresas

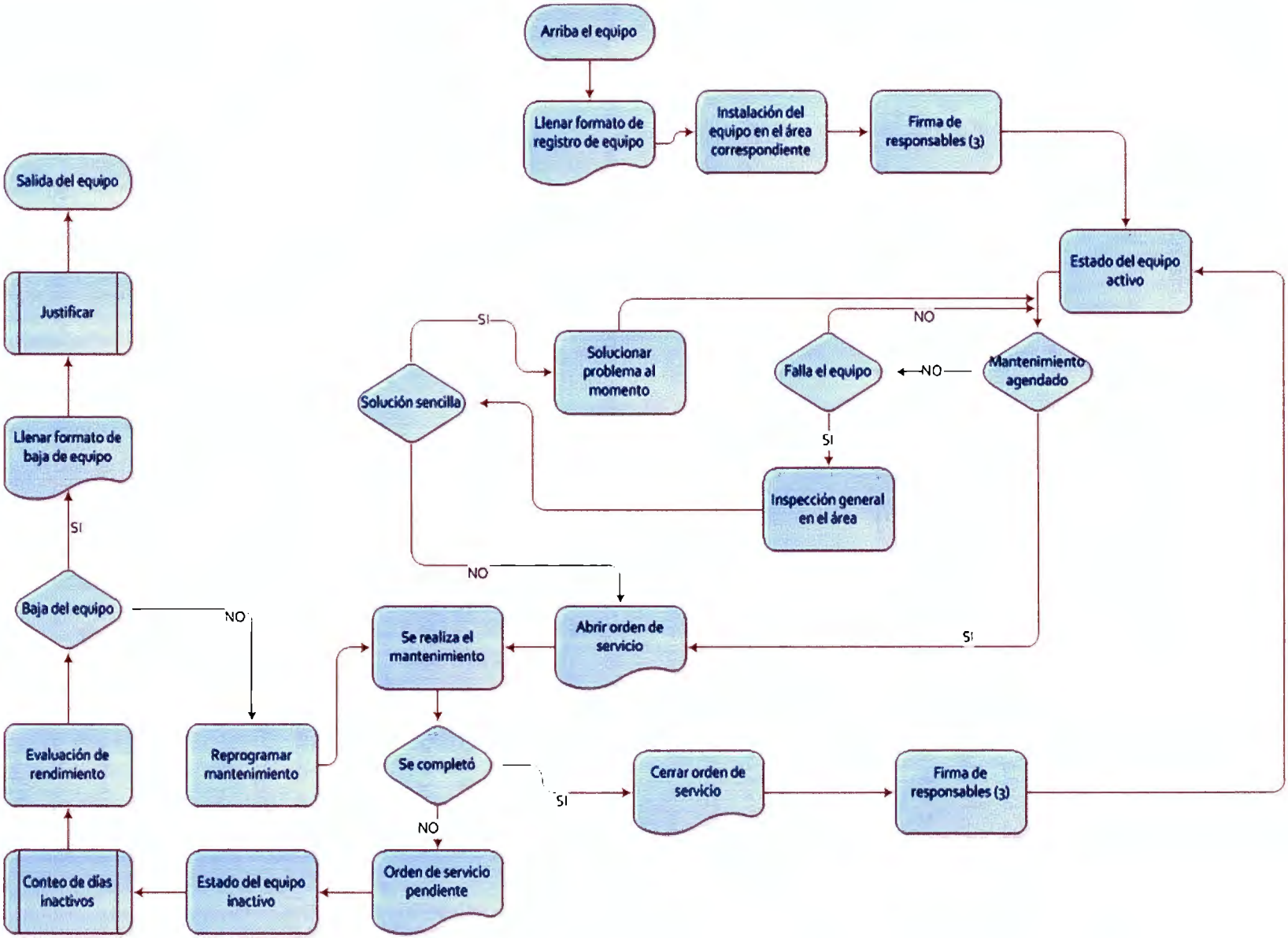


Figura 5. Diagrama de la integración de las actividades de gestión de equipo médico en empresas y hospitales

Tras esta investigación y análisis se pudo concluir que las funcionalidades básicas que pueden ser implementadas, tanto en una empresa que maneja equipo médico como en una instalación hospitalaria, para la aplicación web MedLink serán las siguientes:

- Alta y baja de equipo médico, personal y proveedores
- Expedición y almacenamiento de órdenes de servicio
- Consulta de personal y proveedores
- Inventario de dispositivos, personal y proveedores
- Historial de mantenimientos preventivos y correctivos
- Calendarización de eventos relacionados a la gestión de tecnologías

5.3 Diseño de la aplicación

Con el análisis de requerimientos concluido se realizó el diseño del *Storyboard*, el cual es el diseño preliminar de las pantallas principales que la aplicación web tendrá. Para ello se utilizó el software *Balsamiq Mockups Web Demo*.

En la figura 6 se puede observar la pantalla de inicio donde se encuentran las opciones que el usuario posee, las cuales son:

- Registro; en registro como se puede observar en la figura 7 se tienen las opciones de equipo médico, empleados y proveedores para guardar la información correspondiente de cada uno.
- Calendario; donde se registran las distintas actividades y se pueden consultar.
- Inventario; donde se localizan todos los equipos registrados.
- Bajas; donde se puede dar de baja la información de equipo médico, empleados y proveedores.
- Orden de servicio; donde se encuentran los formatos para órdenes de servicio para mantenimientos preventivos y correctivos.
- Proveedores; donde se puede consultar la información de los proveedores registrados.
- Empleados; donde se puede consultar la información de los empleados registrados

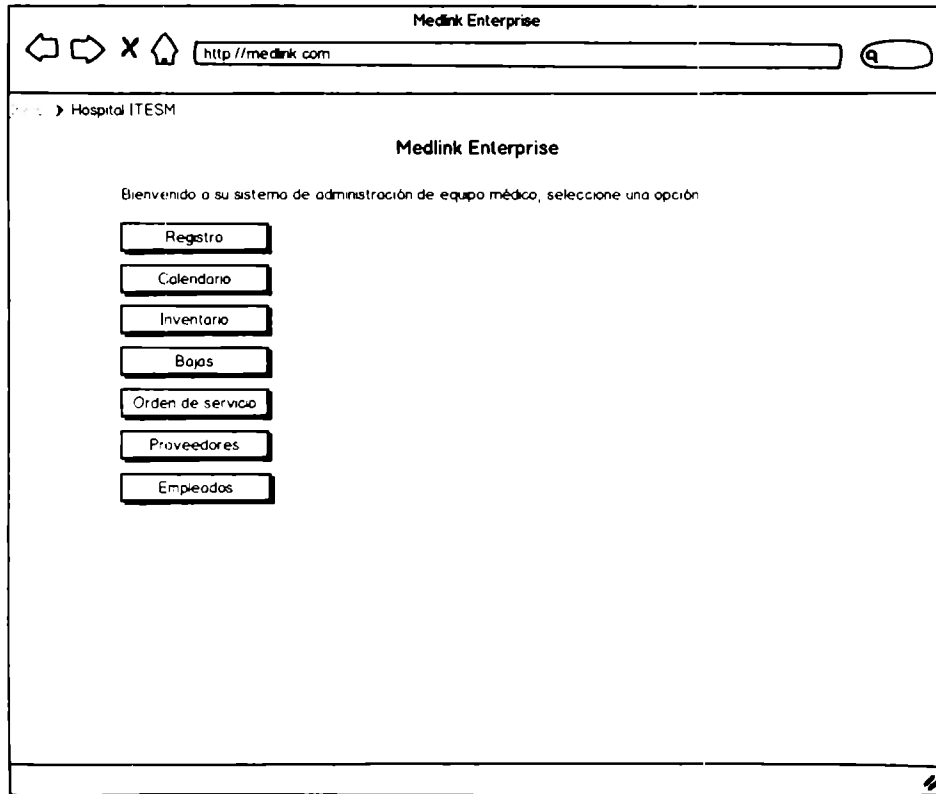


Figura 6. Pantalla de inicio

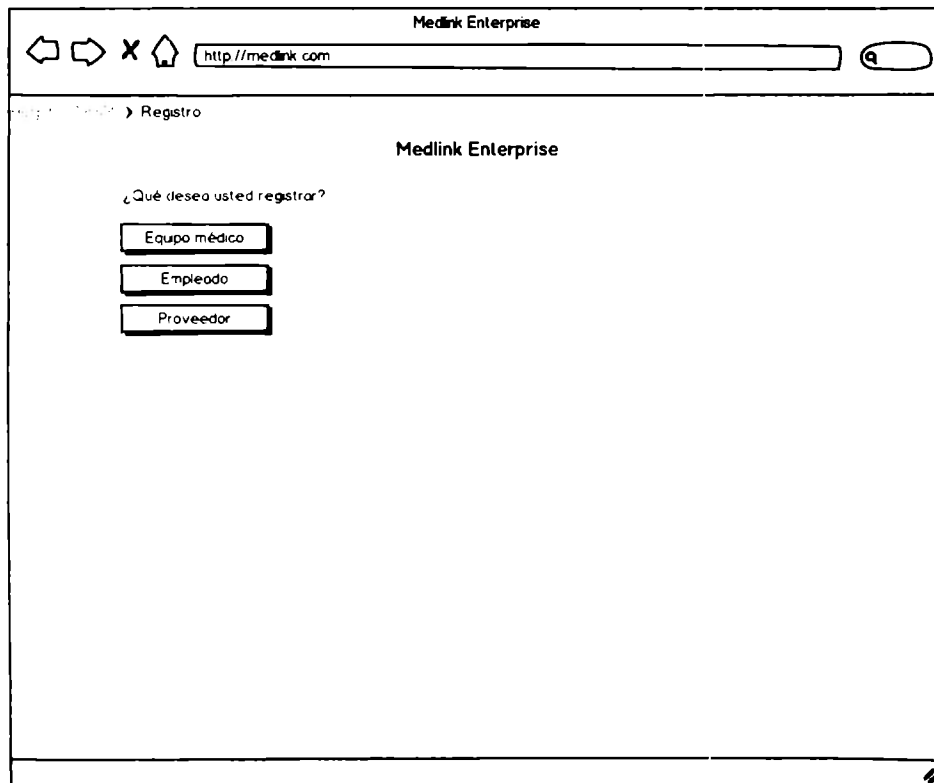


Figura 7. Pantalla de selección de registro

Una vez que el usuario accede a la opción de registro de equipo médico se localiza en la pantalla mostrada en la figura 7; como se puede observar por medio de pestañas puede ir registrando la información general, de mantenimiento y componentes.

En el registro general se piden los datos pertinentes para la identificación del equipo. En marca se puede seleccionar de una lista desplegable que está basada en los proveedores registrados, en caso de que no se haya registrado aún el proveedor se posee el botón "Agregar". Del mismo modo se posee una lista desplegable con las áreas que posee el hospital para evitar confusiones por abreviaciones.

En la figura 8 se observan los datos que se pedirán al usuario por parte del mantenimiento los cuales incluyen un botón para el cálculo del número EM explicado con anterioridad; dicho botón lleva al usuario a la pantalla de la figura 9 para que de manera sencilla se auto-calcule. El software provee fechas de mantenimiento tentativas aunque esto puede ser editado por el usuario si las fechas no son convenientes.

Finalmente en la figura 10 se muestra la pantalla donde se registran los distintos componentes que posee un equipo médico para mantener un control de éstos.

Medlink Enterprise

http://medlink.com

General **Mantenimiento** Accesorios

Inicio > Registro > Registro de equipo

Registro General

No de Foto 12345

No de serie 1234509-237393 No de control Oftalmo-1-EQCAT-3

Nombre del equipo Equipo para cirugía de catarata

Marca Alcon

Modelo Infriniti™ Vision System

Versión de software

Área Oftalmología

Figura 7. Registro general de equipo médico

Medlink Enterprise

http://medlink.com

General **Mantenimiento** Accesorios

Inicio > Registro > Registro de equipo

Registro Mantenimiento

No de Foto 12345

Fecha de instalación 05/03/12 Inicio de contrato 05/03/12

Proveedor de mantenimiento Alcon Fin de contrato 05/03/13

No de póliza 09876543234VBDJ Mantenimiento cada 6

No EM 10

Fechas de mantenimiento futuras

- 5 Septiembre 2012
- 5 Marzo 2013
- 5 Septiembre 2013

Figura 8. Registro de mantenimiento de equipo médico

Medink Enterprise

http://medink.com

Inicio > Inicio > Registro de equipo > Calcular No. EM

Calcular No. EM

Elija el valor que le corresponde al equipo según las tablas mostradas a continuación

Según la función del equipo:

Categoría	Descripción de la función	Valor
Terapeutico	Soporte de vida	10
	Crugia y cuidado intensivo	9
	Terapia física y tratamiento	8
Diagnostico	Monitoreo en cirugía y cuidado intensivo	7
	Monitoreo general	6
Analítico	Laboratorio analítico	5
	Accesorios de laboratorio	4
	Computadoras y similares	3
Otros		2

Según el riesgo físico asociado a la aplicación clínica:

Descripción del riesgo	Valor
Potencial muerte del paciente	5
Potencial daño al paciente y/o al operador	4
Terapia inadecuada o un mal diagnóstico	3
Daño al equipo	2
Ningún riesgo significativo	1

Según los requerimientos de mantenimiento:

Requerimientos de mantenimiento	Valor
Exhaustivo rutinas de calibración y reemplazo de partes	5
Sobre el promedio	4
Promedio: verificación de rendimiento y pruebas de seguridad	3
Bajo el promedio	2
Mínimo inspección visual	1

Figura 9. Cuestionario para el cálculo del número EM

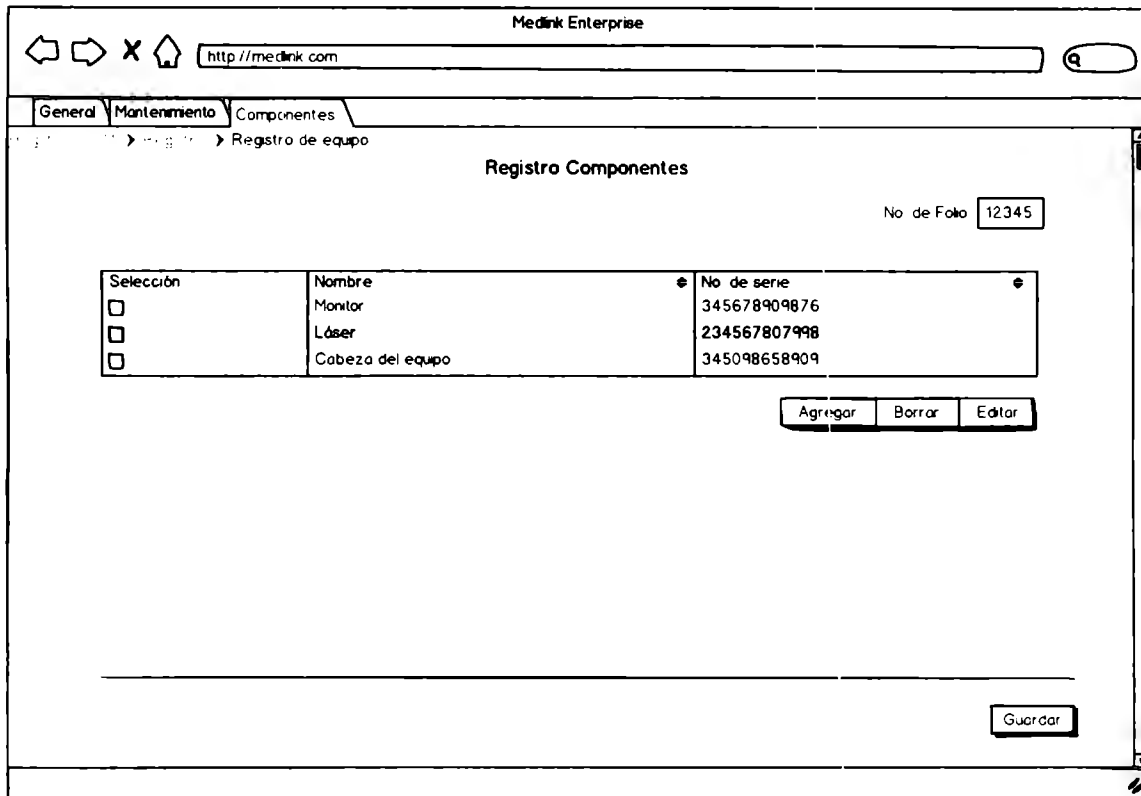


Figura 10. Registro de componentes de equipo médico

Si el usuario seleccionó registro de empleados se le redirige a la pantalla de la figura 11 para introducir los datos pertinentes del empleado. Es en este registro donde se le crea al empleado un usuario y se le pide una contraseña para el uso de la aplicación web con acceso total o restringido. Para aceptar esta información el usuario con acceso total debe proporcionar su usuario y contraseña.

Un registro similar es el de proveedores, se puede acceder a la pantalla de la figura 12 si el usuario selecciona proveedores del menú registro.

Medink Enterprise

http://medink.com

Hospital ITESM > Registro > Empleados

Registro de Empleados

No ID	<input type="text" value="LCFR-7182"/>	Teléfono	<input type="text" value="55893476"/>
Nombre(s)	<input type="text" value="Laura Cristina"/>	Ext	<input type="text" value="1011"/>
Apellido paterno	<input type="text" value="Figueroa"/>	Celular	<input type="text" value="5578928819"/>
Apellido materno	<input type="text" value="Reyes"/>	Estado	<input type="text" value="Activo"/>
Puesto	<input type="text" value="Ingeniero de servicio"/>		
Área asignado	<input type="text" value="Imagenología"/> <input type="text" value="2"/>		
	<input type="text" value="Oftalmología"/>		

Usuario	<input type="text" value="L.Figueroa"/>	Nivel de acceso	<input type="text" value="Restringido"/>
Contraseña	<input type="text" value="*****"/>		
Confirme contraseña	<input type="text" value="*****"/>		

Al guardar debe pedir la contraseña de alguien con acceso completo

Figura 11. Registro de empleados

Medink Enterprise

http://medink.com

Hospital ITESM > Registro > Registro de proveedores

Registro de proveedores

No. de Foto

Compañía	<input type="text" value="Alcon México"/>		
País	<input type="text" value="México"/>		
Ciudad	<input type="text" value="Distrito Federal"/>		
Dirección	<input type="text" value="Adolfo Prieto # 1644 Colonia del Valle"/>		
	<input type="text"/>		
CP	<input type="text" value="03100"/>		

Datos de contacto

Nombre	<input type="text" value="Eduardo Ramo Escalante"/>		
Lado	<input type="text"/>	Tel	<input type="text" value="52001101"/>
		Ext	<input type="text" value="1282"/>
Cel	<input type="text" value="5578962671"/>	Fax	<input type="text"/>
e-mail	<input type="text" value="eramo@alcon.com"/>		

Figura 12. Registro de proveedores

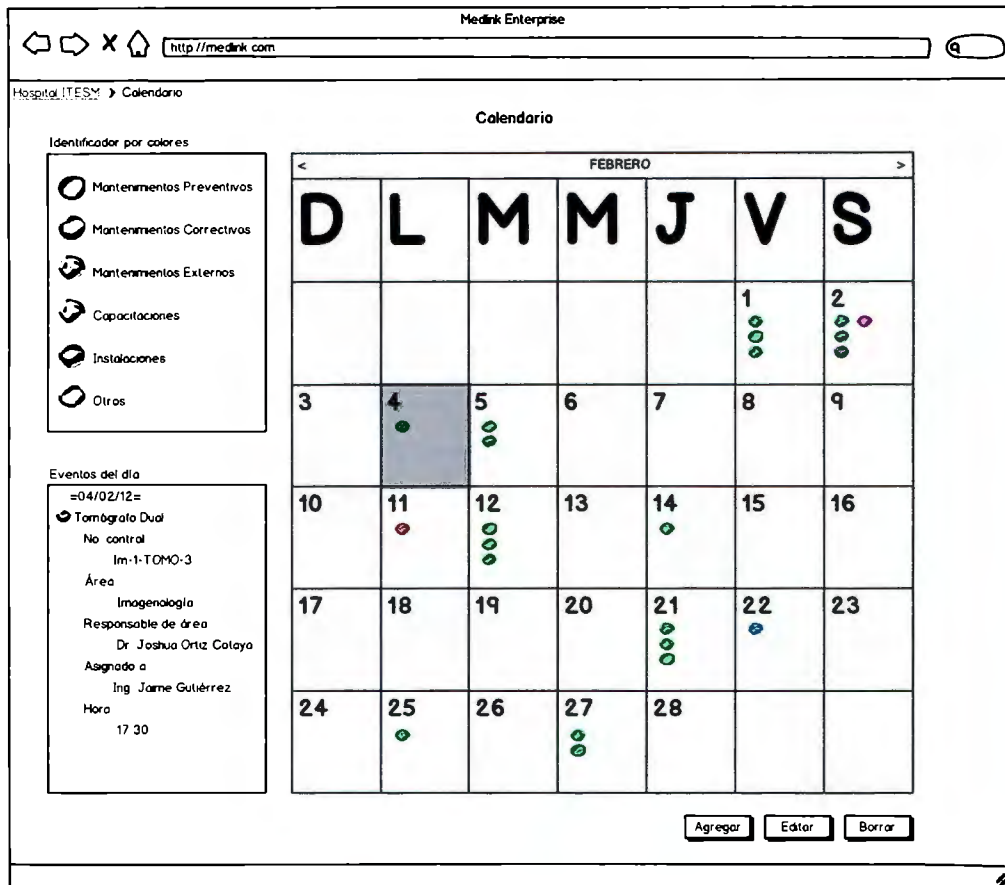


Figura 13. Calendario

Si el usuario selecciona en el menú principal la opción de calendario se le redirige a la pantalla de la figura 13 donde puede ver por colores los tipos de actividades que se tienen en el día. Aunado a esto si se selecciona algún día se pueden ver a detalle las actividades con los datos que se ingresan al agregar un evento. Estos eventos pueden agregarse, modificarse o borrarse.

Los eventos que pueden agregarse se dividen en mantenimiento preventivo (figura 18), mantenimiento correctivo (figura 16), mantenimiento externo (figura 17), capacitaciones (figura 14), instalaciones (figura 15) y otros (figura 19). En cada uno se piden al usuario datos relevantes para la organización de cada evento.

Medink Enterprise
 http://medink.com

Inicio > Eventos > Agregar

Agregar Evento

Capacitaciones ▾

Capacitación sobre: Mantenimiento efectivo en el equipo para cirugía de catarata Infrini™ Vision System de Alcon

Capacita: Ing Lorenzo Ochoa

Compañía: Alcon ▾

Contacto: Ing Jun Nishimura

Tel: 56936518 Ext: 1279

Lugar: Sala de juntas 2002

Fecha: 04/02/12

Hora: 17:30

Figura 14. Agregar capacitación

Medink Enterprise
 http://medink.com

Inicio > Eventos > Agregar

Agregar Evento

Instalaciones ▾

Instalación de: Equipo para cirugía de catarata Infrini™ Vision System

Responsable: Ing Laura Figueroa Reyes ▾

Compañía: Alcon ▾

Contacto: Ing Jun Nishimura

Tel: 56936518 Ext: 1279

Área: Oftalmología ▾

Lugar: Sala 2

Fecha: 04/02/12

Hora: 17:30

Figura 15. Agregar instalación

Medlink Enterprise

http://medlink.com

Agregar

Agregar Evento

Mantenimiento Correctivo

Nombre

Selección	No de control	Nombre	Modelo	Marca	Área
<input type="checkbox"/>	Oftalmo-1-EQCAT-1	Equipo para cirugía de catarata	Milennium	Bausch+Lomb	Oftalmología
<input type="checkbox"/>	Oftalmo-1-EQCAT-2	Equipo para cirugía de catarata	Laureate™ World Phaco System	Acon	Oftalmología
<input checked="" type="checkbox"/>	Oftalmo-1-EQCAT-3	Equipo para cirugía de catarata	Infriniti™ Vision System	Acon	Oftalmología
<input type="checkbox"/>	Oftalmo-1-EQCAT-4	Equipo para cirugía de catarata	Laureate™ World Phaco System	Acon	Oftalmología

Aceptar

Equipo médico: Equipo para cirugía de catarata Infriniti™ Vision System, Acon
 No. de control: Oftalmo-1-EQCAT-3
 Área: Oftalmología
 Responsable del área: Dr. Joshua Ortiz Cotayo
 Asignado a: Ing. Jaime Gutiérrez Mendoza
 Fecha: 04/02/12
 Hora: 17:30

Agregar

Figura 16. Agregar mantenimiento correctivo

Medlink Enterprise

http://medlink.com

Agregar

Agregar Evento

Mantenimiento Externo

Nombre

Selección	No de control	Nombre	Modelo	Marca	Área
<input type="checkbox"/>	Oftalmo-1-EQCAT-1	Equipo para cirugía de catarata	Milennium	Bausch+Lomb	Oftalmología
<input type="checkbox"/>	Oftalmo-1-EQCAT-2	Equipo para cirugía de catarata	Laureate™ World Phaco System	Acon	Oftalmología
<input checked="" type="checkbox"/>	Oftalmo-1-EQCAT-3	Equipo para cirugía de catarata	Infriniti™ Vision System	Acon	Oftalmología
<input type="checkbox"/>	Oftalmo-1-EQCAT-4	Equipo para cirugía de catarata	Laureate™ World Phaco System	Acon	Oftalmología

Aceptar

Equipo médico: Equipo para cirugía de catarata Infriniti™ Vision System, Acon
 No. de control: Oftalmo-1-EQCAT-3
 Área: Oftalmología
 Responsable del área: Dr. Joshua Ortiz Cotayo
 Asignado a: Ing. Jaime Gutiérrez Mendoza
 Compañía: Acon
 Contacto: Ing. Jun Nishimura
 Tel.: 56-936518 Ext. 1279
 Fecha: 04/02/12
 Hora: 17:30

Agregar

Figura 17. Agregar mantenimiento externo

Medink Enterprise

http://medink.com

Inicio > Mantenimiento > Agregar

Agregar Evento

Mantenimiento Preventivo

Nombre

Selección	No de control	Nombre	Modelo	Marca	Área
<input type="checkbox"/>	Oftalmo-1-EQCAT-1	Equipo para cirugía de catarata	Milennium	Bausch+Lomb	Oftalmología
<input type="checkbox"/>	Oftalmo-1-EQCAT-2	Equipo para cirugía de catarata	Laureate™ World Phaco System	Alcon	Oftalmología
<input checked="" type="checkbox"/>	Oftalmo-1-EQCAT-3	Equipo para cirugía de catarata	Infiniti™ Vision System	Alcon	Oftalmología
<input type="checkbox"/>	Oftalmo-1-EQCAT-4	Equipo para cirugía de catarata	Laureate™ World Phaco System	Alcon	Oftalmología

Aceptar

Equipo médico: Equipo para cirugía de catarata Infiniti™ Vision System, Alcon
 No. de control: Oftalmo-1-EQCAT-3
 Área: Oftalmología
 Responsable del área: Dr. Joshua Ortiz Cotaya
 Asignado a: Ing. Jaime Gutiérrez Mendoza
 Fecha: 04/02/12
 Hora: 17:30

Agregar

Figura 18. Agregar mantenimiento preventivo

Medink Enterprise

http://medink.com

Inicio > Mantenimiento > Agregar

Agregar Evento

Otros

Evento: Auditorio

Personal encargado: Ing. Laura Figueroa Reyes

Descripción general

Datos evento externo

Realizado por: Consultar Externo

Contacto: Ing. Jun Nishimura

Tel: 56936518 Ext.: 1279

Lugar: Área de Ingeniería Biomédica

Fecha: 04/02/12
 Hora: 17:30

Agregar

Figura 19. Agregar otro tipo de eventos

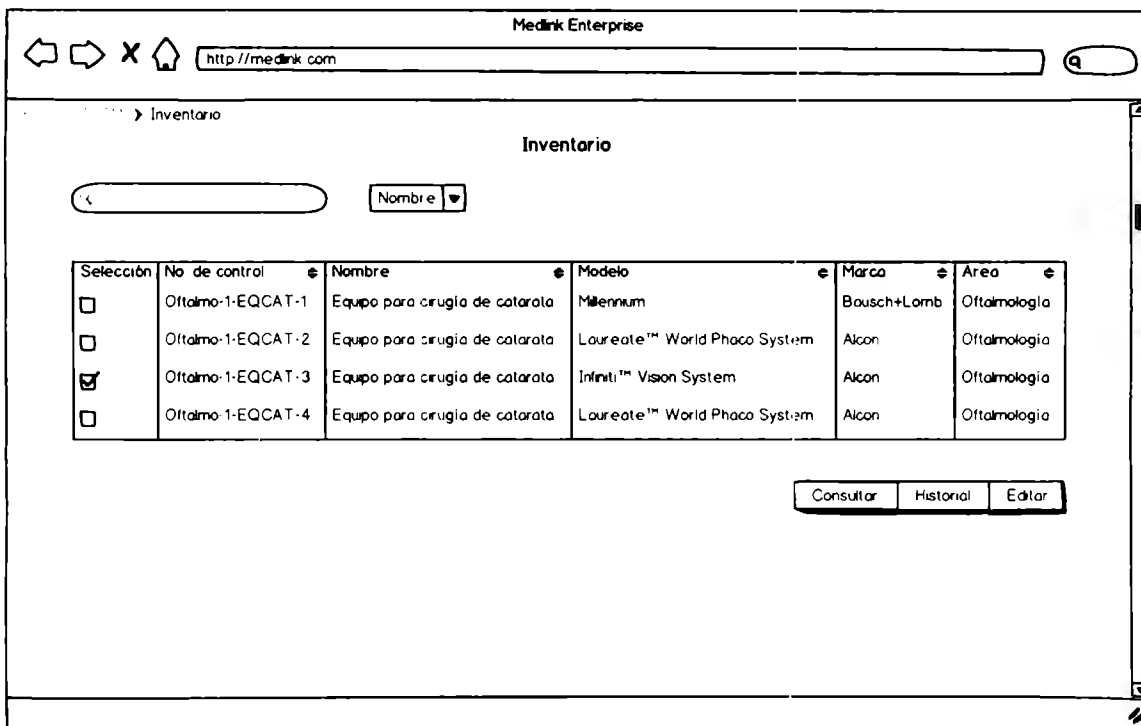


Figura 20. Inventario

Si el usuario selecciona la opción de inventario en el menú principal se le redirige a la pantalla de la figura 20 donde se pueden observar todos los equipos que se tienen registrados. Para facilitar al usuario la consulta de un equipo se cuenta con una herramienta de búsqueda que le permite al usuario encontrar el equipo deseado de forma sencilla ya sea por su nombre, su número de control, su modelo, su marca o el área donde se localiza.

Las opciones del inventario son, la consulta de los datos de un equipo cuya pantalla se observa en la figura 21; la edición de los datos de un equipo donde sólo se le permite al usuario cambiar los datos que podrían modificarse con el tiempo, esta pantalla la podemos observar en la figura 22; finalmente se tiene la opción de historial en el que se pueden revisar los mantenimientos que se le han realizado al equipo a lo largo de su vida útil dentro del hospital o empresa. Como se puede observar en la figura 23 estos mantenimientos pueden buscarse por fecha, folio o tipo de evento para posteriormente consultarse.

Medink Enterprise
http://medink.com

Inicio > Inventario > Consulta

Consulta de inventario

No. de serie: 1234509-237393 No. de control: Oftalmo-1-EQCAT-3
Nombre del equipo: Equipo para cirugía de catarata Fecha de instalación: 1/10/2012
Marca: Alcon Estado: Activo
Modelo: Infrini™ Vision System
Versión de software: Null
Área: Oftalmología

Proveedor de mantenimiento: Alcon Inicio del contrato: 11/13/2012
No. de póliza: 098765432345VA Fin del contrato: 11/13/2013
Mantenimiento cada: 6 meses
Próximas fechas de mantenimiento: 11/04/2013
11/10/2013
11/04/2014

Componentes

Nombre	No. de serie
Monitor	23456789087
Láser	98765431237
Cabeza del equipo	86549172387

Figura 21. Consulta de inventario

Medink Enterprise
http://medink.com

Inicio > Inventario > Editar

Editar inventario

No. de serie: 1234509-237393 No. de control: Oftalmo-1-EQCAT-3
Nombre del equipo: Equipo para cirugía de catarata Fecha de instalación: 1/10/2012
Marca: Alcon Estado:
Modelo: Infrini™ Vision System
Versión de software:
Área:

Proveedor de mantenimiento: Inicio del contrato:
No. de póliza: Fin del contrato:
Mantenimiento cada:
Próximas fechas de mantenimiento: 11/04/2013
11/10/2013
11/04/2014

Componentes

Selección	Nombre	No. de serie
<input type="checkbox"/>	Monitor	23456789087
<input type="checkbox"/>	Láser	98765431237
<input type="checkbox"/>	Cabeza del equipo	86549172387

Figura 22. Editar inventario

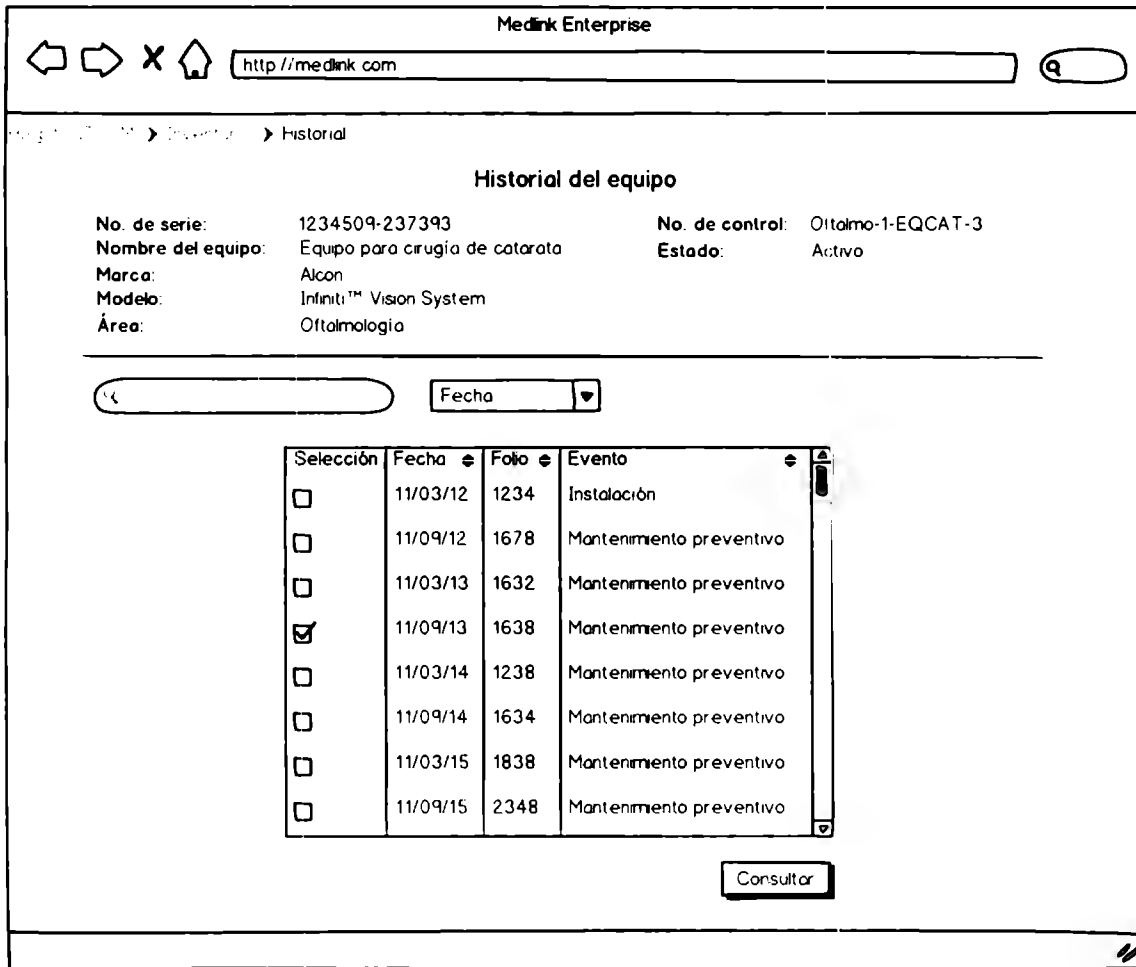


Figura 23. Historial del equipo

Si en el menú principal se selecciona la opción de bajas se le redirige al usuario a la pantalla de la figura 24 para seleccionar qué es lo que se desea dar de baja ya sea un equipo médico, un empleado o un proveedor.

En el caso de baja de empleado y proveedor las pantallas son similares, primero se debe seleccionar al empleado (figura 25) o proveedor (figura 29), posteriormente dependiendo de la selección se le redirige a una pantalla para revisar los datos tanto del empleado (figura 26) o del proveedor (figura 30) para confirmar que es el deseado y con el botón borrar se elimina su información.

De forma similar funciona la baja de equipo con una previa selección (figura 27) y su posterior revisión de datos, la diferencia radica como se puede ver en la figura 28 en que

para dar de baja un equipo se debe justificar el porqué de esta acción, este formato es firmado por los responsables a diferencia de los proveedores y los empleados donde solo se necesitaría que quien realice la acción tenga autorización.

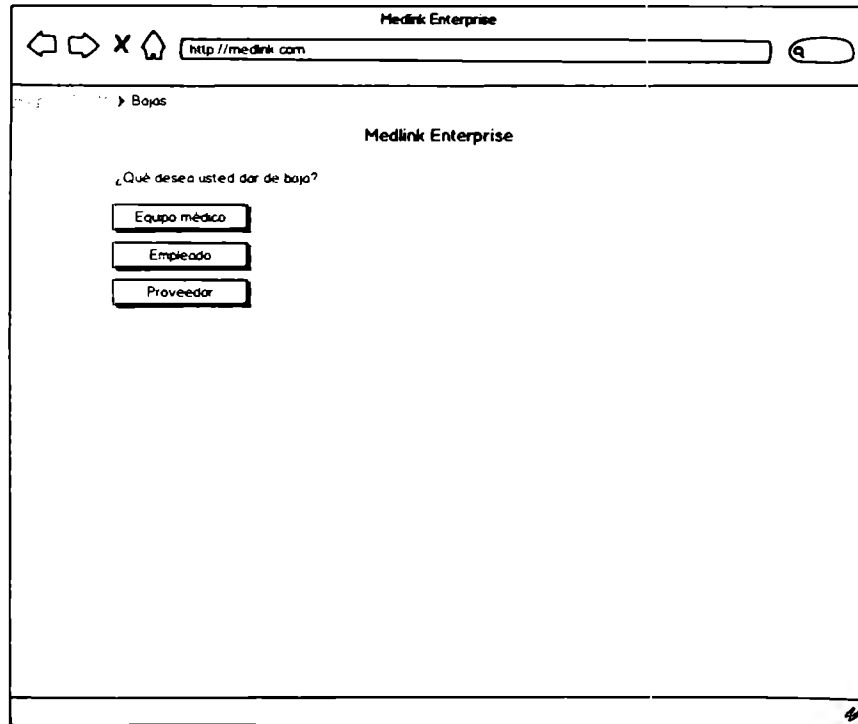


Figura 24. Pantalla de selección de baja

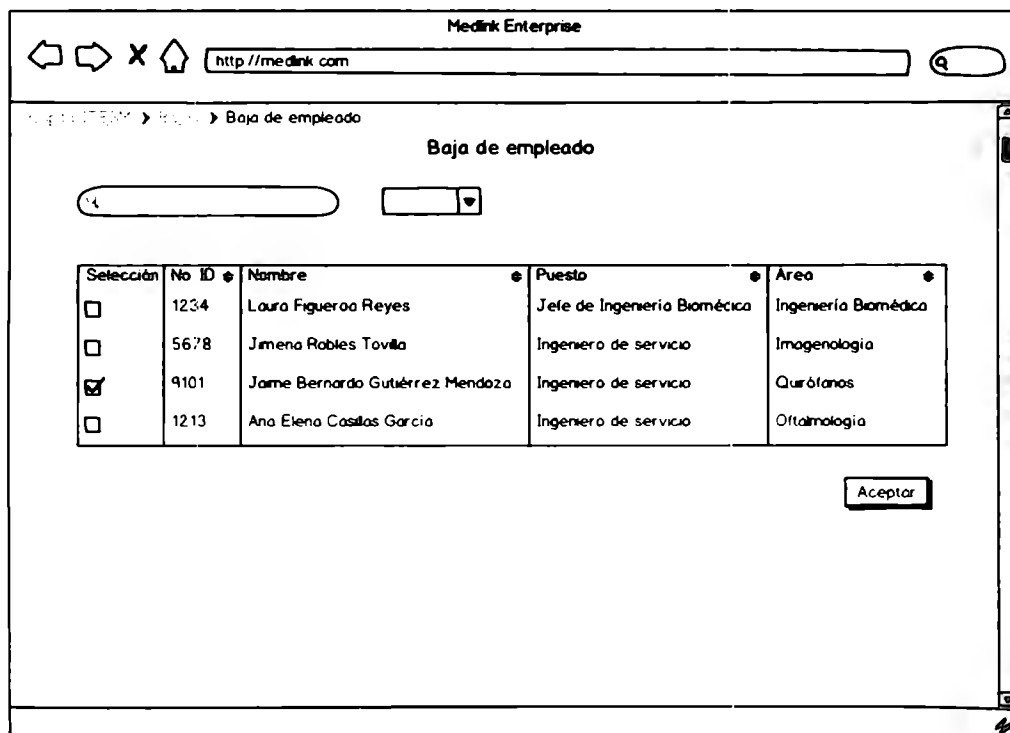


Figura 25. Pantalla de selección de empleado para dar de baja

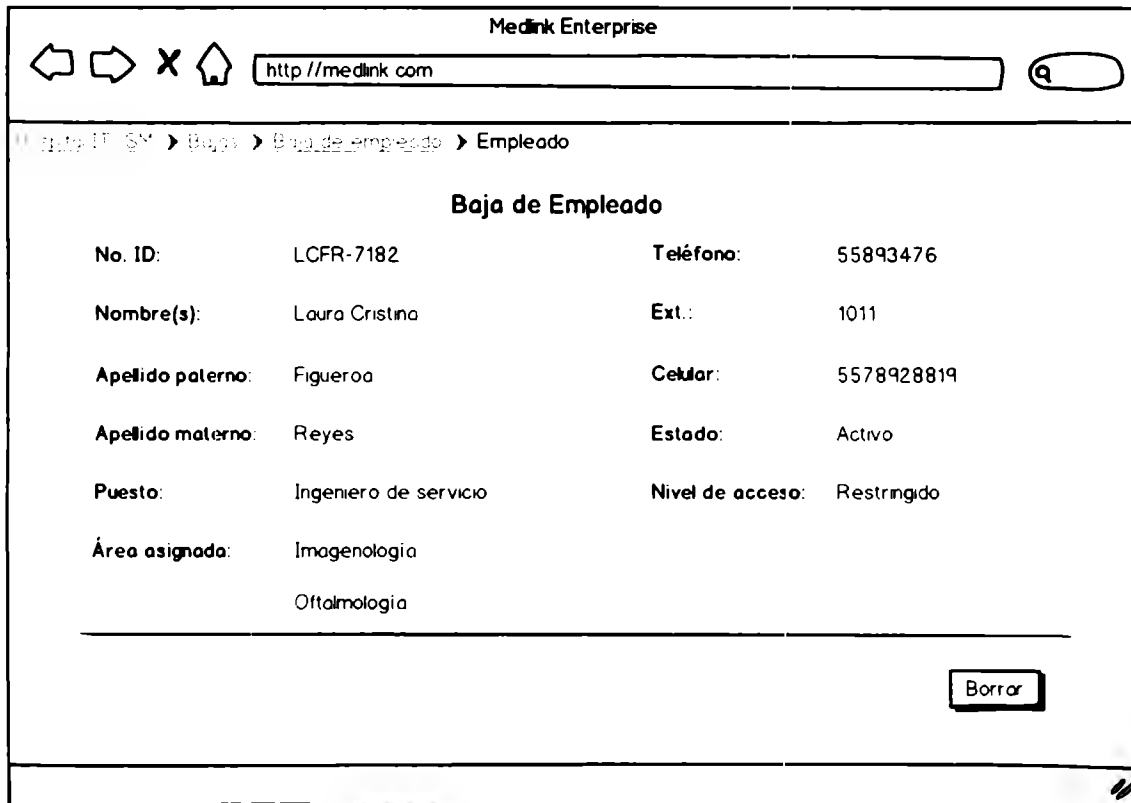


Figura 26. Baja de empleado

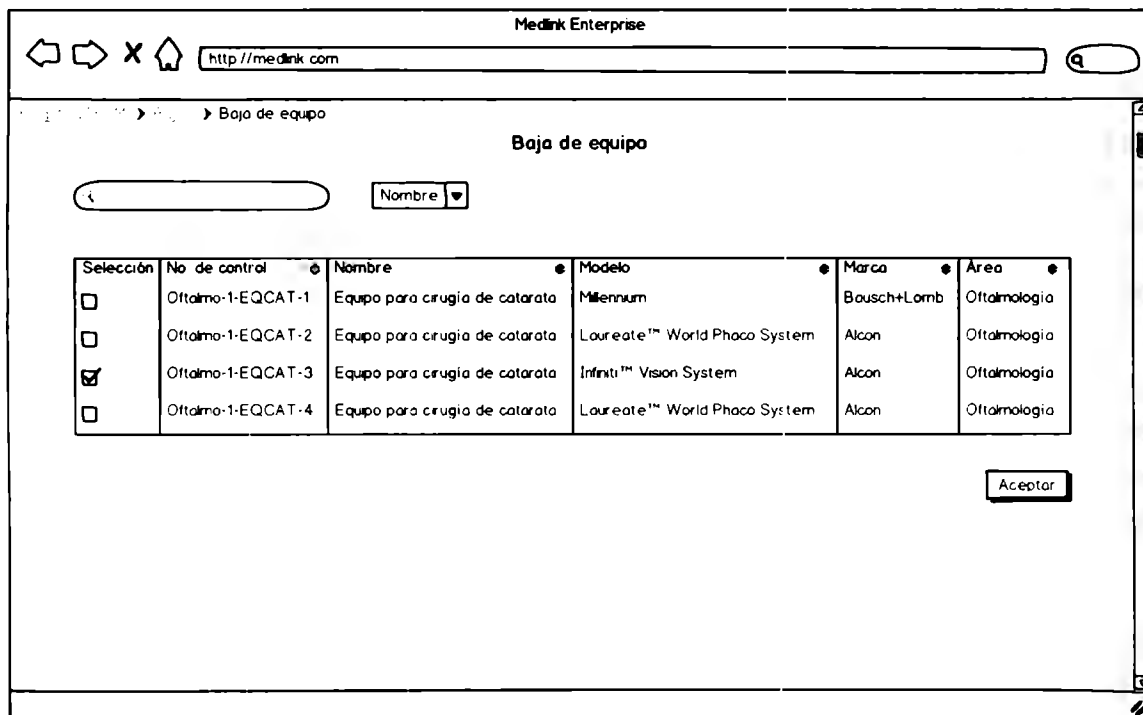


Figura 27. Pantalla de selección de equipo médico para dar de baja

Medink Enterprise

http://medink.com

Inicio > Bases > Baja de equipo > Formato de baja

Baja de equipo

No de Foto

No. de serie: 1234509-237393 No. de control: Oftalmo-1-EQCAT-3

Nombre del equipo: Equipo para cirugía de catarata Fecha de baja:

Marca: Alcon

Modelo: Intra™ Vision System

Versión de software: Null

Área: Oftalmología

Motivo de la baja:

El equipo tiene 8 años de servicio y posee tecnología obsoleta, además ya no se encuentran refacciones en el mercado

Firma de responsable de área

Firma de responsable de ingeniería biomédica

Firma de ingeniero biomédico asignado

Figura 28. Baja de equipo médico

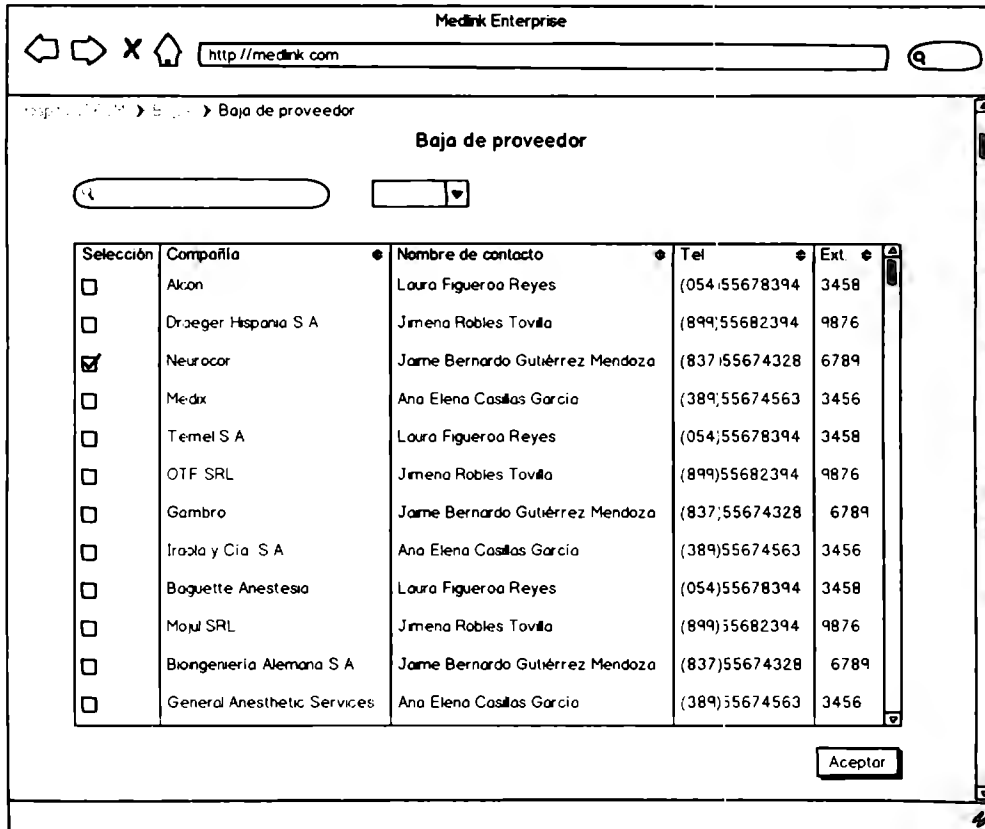


Figura 29. Pantalla de selección de proveedor para dar de baja

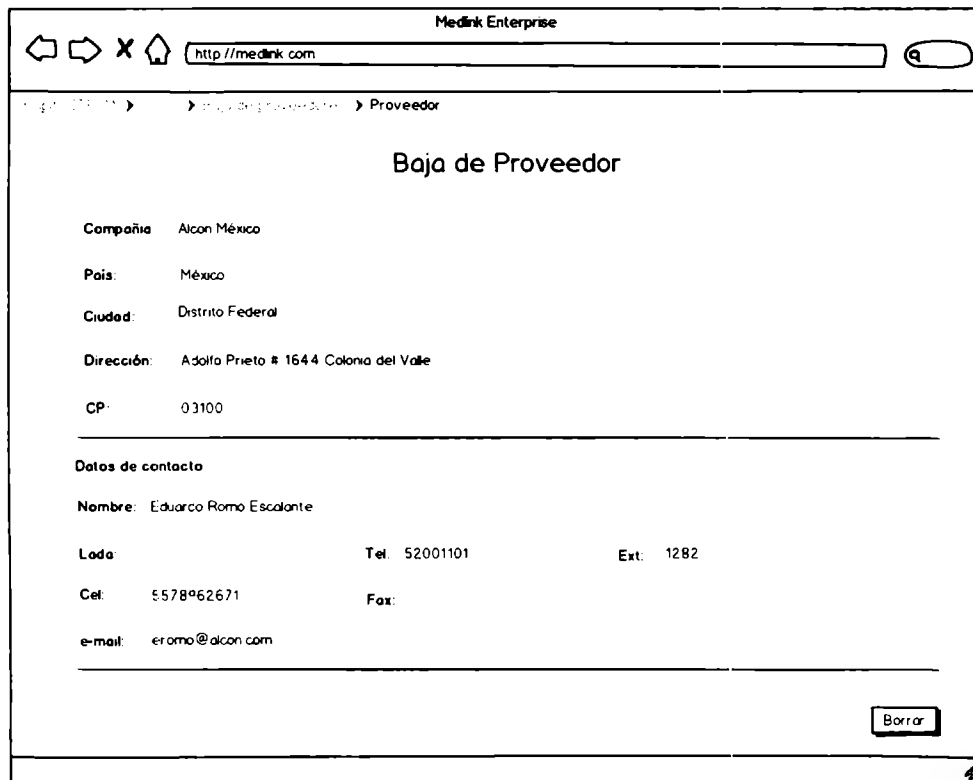


Figura 30. Baja de proveedor

Medink Enterprise

http://medink.com

General Componentes

Hospital > Orden de Servicio

Orden de servicio

No de Foto: 12345

Mantenimiento: Preventivo
 No de control: Imagen-1-TOMO-3

Nombre del equipo: Tomógrafo Dual
 Fecha de solicitud: 19/09/12

No de serie: 60165
 Fecha de terminación: 19/09/12

Marca: Siemens
 Estado: Cerrado

Área: Imagenología

Persona solicitante: Dr. Martin Lara

Recibe: Ing. Jaime Bernardo Gutierrez

Asignado a: Ing. Jaime Bernardo Gutierrez

Trabajo realizado: Se realizaron pruebas de calibración, pruebas de funcionamiento y limpieza

Materiales utilizados <input type="checkbox"/> Electrónicos <input type="checkbox"/> Solventes <input type="checkbox"/> Adhesivos <input checked="" type="checkbox"/> De limpieza <input type="checkbox"/> Lubricantes Otros: 0	Simuladores <input type="checkbox"/> ECG <input type="checkbox"/> Temperatura <input type="checkbox"/> Presión <input type="checkbox"/> Pulso <input type="checkbox"/> Respiración Otros: 0	Eq de medición <input type="checkbox"/> Multimetro <input type="checkbox"/> Tacómetro <input type="checkbox"/> Manómetro <input type="checkbox"/> Termopar Otros: 0
Gases: <input type="checkbox"/> Oxígeno <input type="checkbox"/> Vacío <input checked="" type="checkbox"/> Aire <input type="checkbox"/> Nitrógeno Otros: 0	Herramientas <input type="checkbox"/> Eléctrica <input type="checkbox"/> Precisión <input type="checkbox"/> Específica <input type="checkbox"/> General Otros: 0	Eq de prueba <input type="checkbox"/> Eléctrica <input type="checkbox"/> Desfibrilador <input type="checkbox"/> Sa O2 Otros: 0

Observaciones:

Firma de responsable de área:

Firma de responsable de ingeniería biomédica:

Firma de ingeniero biomédico asignado:

Guardar

Figura 31. Formato general para orden de servicio mantenimiento preventivo

Medlink Enterprise

http://medlink.com

General Componentes

Orden de Servicio

Orden de servicio

No de Foto 12345

Nombre del equipo Tomógrafo Dual

No de serie 60165

Marca Siemens

Componentes del equipo

Selección	Nombre	No de serie
<input type="checkbox"/>	Tubo de RX	36789002730
<input type="checkbox"/>	Fuente	36783345

Reemplaz

Observaciones

Figura 32. Formato componentes para orden de servicio mantenimiento preventivo

Si el usuario selecciona la opción de orden de servicio en el menú principal se le redirige a la pantalla de la figura 31 donde por default es preventivo, sin embargo esto puede cambiar a correctivo de forma sencilla en la casilla de mantenimiento. En esta orden se piden distintos datos del equipo, el estado de la orden de servicio, el área, el personal asignado y el trabajo realizado. Para los datos del equipo si se completa la casilla de número de control al principio los demás datos del equipo se autocompletan. Este formato también posee el espacio para la firma de los responsables así como varios combo-boxes los cuales se relacionan con los datos de empleados y proveedores para evitar escribir información que ya se posee.

Si se selecciona en la parte superior la pestaña de componentes se puede observar la pantalla de la figura 32 donde se pueden observar los distintos componentes que se

tienen por parte del equipo para poder editar el número de serie de estos cuando son reemplazados. De seleccionar la opción reemplazar el usuario deberá rellenar los datos que se observan en la figura 33 donde se reemplaza simplemente el número de serie de los componentes.

The screenshot shows a web browser window titled 'Medink Enterprise' with the address bar containing 'http://medink.com'. The page has two tabs: 'General' and 'Componentes', with 'Componentes' selected. The breadcrumb trail is 'Inicio > RX > Reemplazo de componente'. The main heading is 'Reemplazo de componente'. The form contains the following fields:

Nombre del equipo	Tomógrafo Dual
No de serie	60165
Marca	Siemens
<hr/>	
Componente	Tubo de RX
No de serie anterior	36789002730
No de serie nuevo	78974822730
<hr/>	
<input type="button" value="Guardar"/>	

Figura 33. Formato reemplazo de componente

Medink Enterprise

http://medink.com

General Componentes

Orden de Servicio

Orden de servicio

No de Foto: 12345

Mantenimiento: <input type="text" value="Correctivo"/>	No de control: <input type="text" value="Imagen-1-TOMO-3"/>
Nombre del equipo: <input type="text" value="Tomógrafo Dual"/>	Fecha de solicitud: <input type="text" value="19/03/12"/>
No de serie: <input type="text" value="60165"/>	Fecha de terminación: <input type="text" value="19/03/12"/>
Marca: <input type="text" value="Siemens"/>	Estado: <input type="text" value="Cerrido"/>

Área:

Persona solicitante:

Falla reportada:

Recibe:

Asignado a:

Falla encontrada:

Trabajo realizado:

<p>Materiales utilizados</p> <input type="checkbox"/> Electrónicos <input type="checkbox"/> Solventes <input type="checkbox"/> Adhesivos <input type="checkbox"/> De limpieza <input type="checkbox"/> Lubrificantes <p>Otros: <input type="text" value="0"/></p>	<p>Simuladores</p> <input type="checkbox"/> ECG <input type="checkbox"/> Temperatura <input type="checkbox"/> Presión <input type="checkbox"/> Pulso <input type="checkbox"/> Respiración <p>Otros: <input type="text" value="0"/></p>	<p>Eq. de medición</p> <input type="checkbox"/> Multímetro <input type="checkbox"/> Tacómetro <input type="checkbox"/> Manómetro <input type="checkbox"/> Termopar <p>Otros: <input type="text" value="0"/></p>
<p>Gases</p> <input type="checkbox"/> Oxígeno <input type="checkbox"/> Vacío <input type="checkbox"/> Aire <input type="checkbox"/> Nitrógeno <p>Otros: <input type="text" value="0"/></p>	<p>Herramientas</p> <input type="checkbox"/> Eléctrica <input type="checkbox"/> Precisión <input type="checkbox"/> Específica <input checked="" type="checkbox"/> General <p>Otros: <input type="text" value="0"/></p>	<p>Eq. de prueba</p> <input type="checkbox"/> Eléctrica <input type="checkbox"/> Desfibrilador <input type="checkbox"/> Sa O2 <p>Otros: <input type="text" value="0"/></p>

Observaciones:

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Firma de responsable de área	Firma de responsable de ingeniería biomédica	Firma de ingeniero biomédico asignado

Figura 34. Formato general para orden de servicio mantenimiento correctivo

Medlink Enterprise

http://medlink.com

General Componentes

Orden de Servicio

Orden de servicio

No de Foto 12345

Nombre del equipo Tomógrafo Dual

No de serie 60165

Marca Siemens

Componentes del equipo

Selección	Nombre	No de serie
<input checked="" type="checkbox"/>	Tubo de RX	36789002733
<input type="checkbox"/>	Fuente	36783345

Reemplaz

Observaciones

Figura 35. Formato componentes para orden de servicio mantenimiento correctivo

Si el usuario selecciona la opción de mantenimiento correctivo el formato cambia en algunos aspectos mientras que en otros permanece igual. Como se puede ver en la figura 34 algunos cambios es el aumento de casillas para la descripción de la falla reportada y encontrada, así como del trabajo que se realiza para solucionarlo.

La pantalla de componentes (figura 35) es igual que en la de mantenimiento preventivo así como la de remplazo (figura 33).

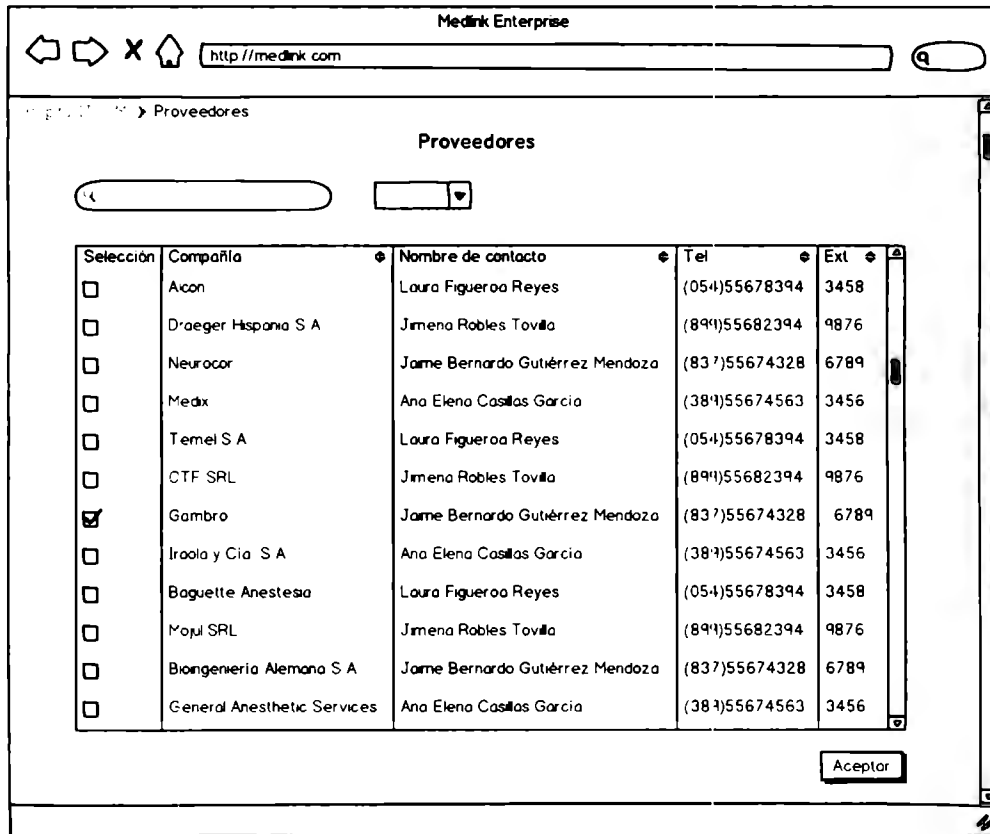


Figura 36. Pantalla de selección de proveedores para consulta de información

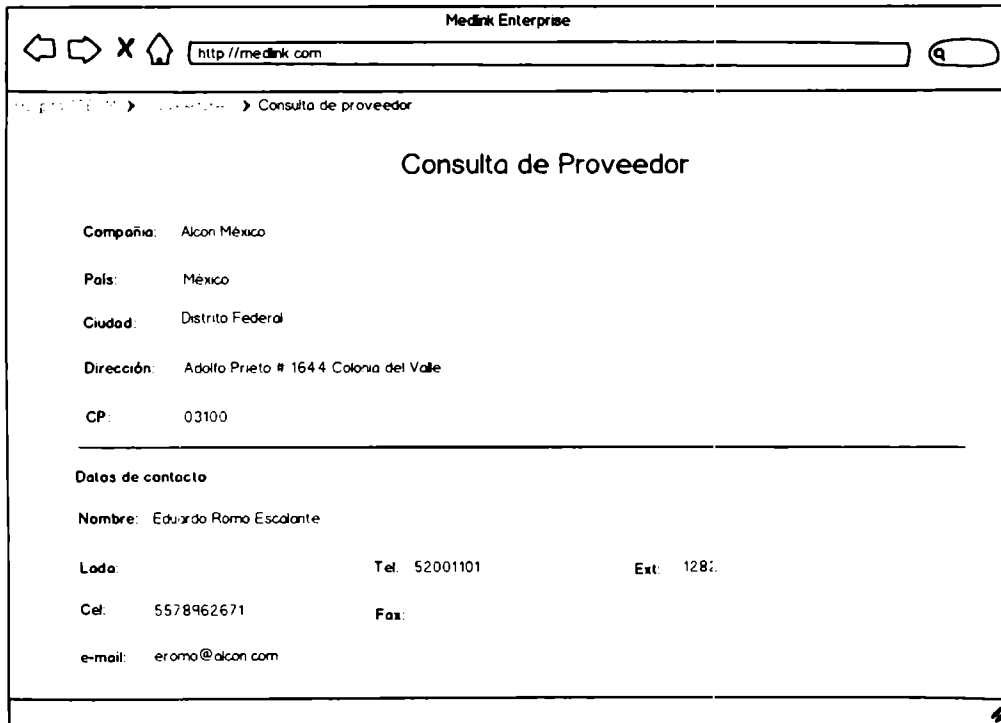


Figura 37. Consulta de proveedores

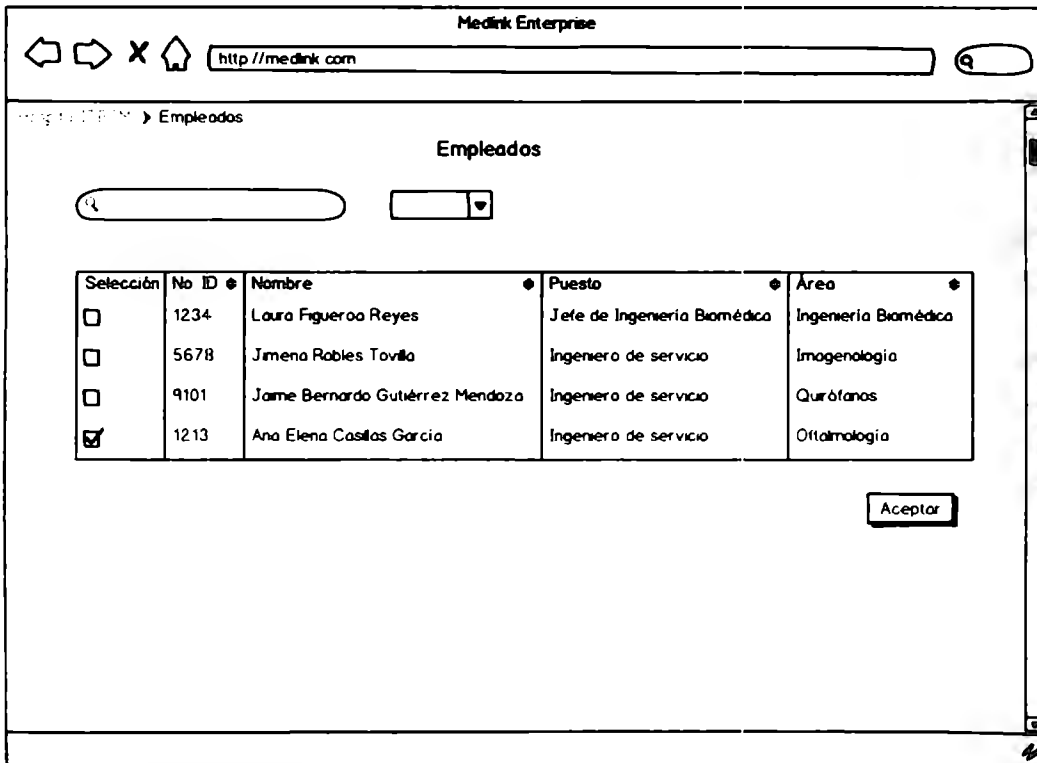


Figura 38. Pantalla de selección de empleados para consulta de información

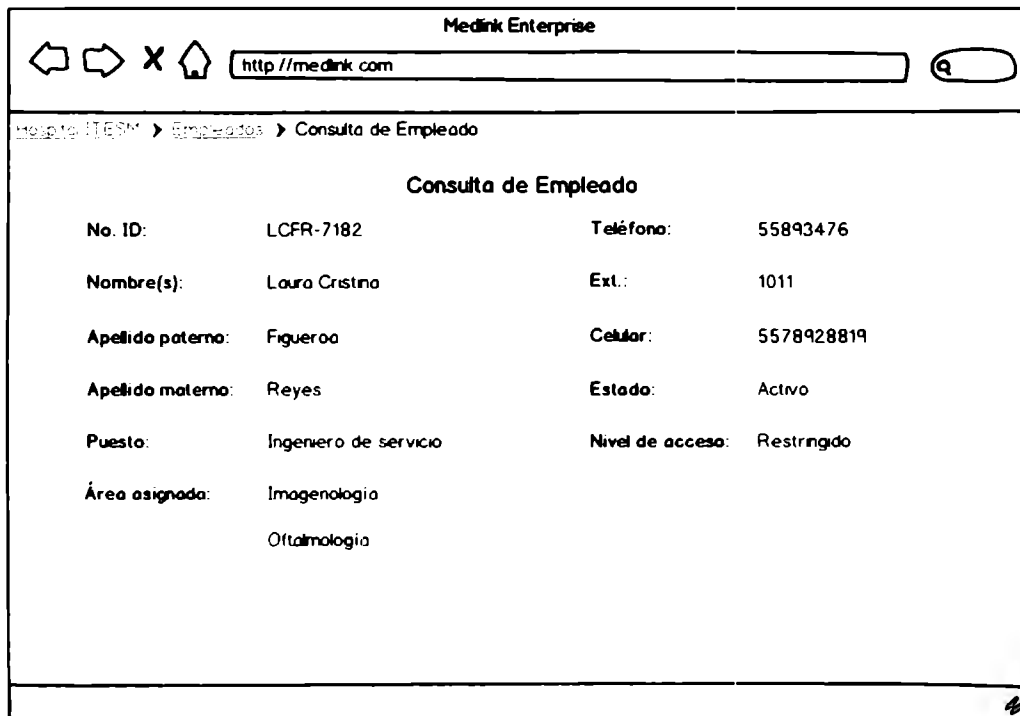


Figura 39. Consulta de empleados

Finalmente si se selecciona la opción de consulta en el menú principal se puede seleccionar entre empleado o proveedor y al igual que en bajas, primero se tiene que seleccionar (figuras 36y 38) y posteriormente se consulta la información del empleado (figura 39) o proveedor (figura 37) seleccionado.

Prueba de concepto

Para la prueba de concepto se planteó desarrollar únicamente un flujo de trabajo de entrada de equipo, mantenimiento y baja del mismo. Tomando esto en cuenta se realizó la creación de una base de datos mediante la plataforma MySQL conforme al modelo entidad-relación, normalizado a la tercera forma. Seguido de esto se realizó la parte grafica en *Dreamweaver*, herramienta con la cual al mismo tiempo se logró la integración de la base de datos. Finalmente mediante un servidor que cumple con las necesidades del sistema se realizó la conexión con la base de datos creada y se subió a la web la aplicación.

La prueba de concepto fue realizada en el siguiente ambiente de desarrollo:

Tabla 9. Ambiente de desarrollo

Característica	Producto
Lenguaje de programación	SQL, HTML y PHP
IDE de desarrollo	Dreamweaver
Servidor web	uServers
Manejador de base de datos	MySQL Server

Para lograr reunir en un solo elemento de consulta en línea la información relacionada a equipos médicos y su gestión es necesario un sistema basado en una base de datos. Las bases de datos son una representación de aspectos del mundo real, es decir una colección de información relacionada con eventos que tienen relación con las actividades diarias de una organización. Esta información debe ser coherente e internamente consistente ya que la base de datos es diseñada y construida para satisfacer las necesidades de una organización y de estas características depende su funcionalidad. (Wenny, 2012)

Por lo tanto para que la plataforma planteada previamente sea funcional debe de enlazarse a una base de datos. Debido a que los procesos y elementos varían de acuerdo a cada institución se implementó en este caso una base de datos basada en la investigación de campo realizada. El desarrollo de la misma se basa en un modelo entidad-relación, el cual representa el tipo de información, sus limitaciones y las relaciones existentes entre los mismos.

En la figura 40 es posible observar el modelo entidad-relación en base a la cual se desarrolló la base de datos usada para la funcionalidad del sistema. En este caso se refiere a una organización hospitalaria donde los actores principales son los proveedores, los ingenieros dentro del hospital, el equipo médico, la baja y registro del mismo, así como el mantenimiento asociado.

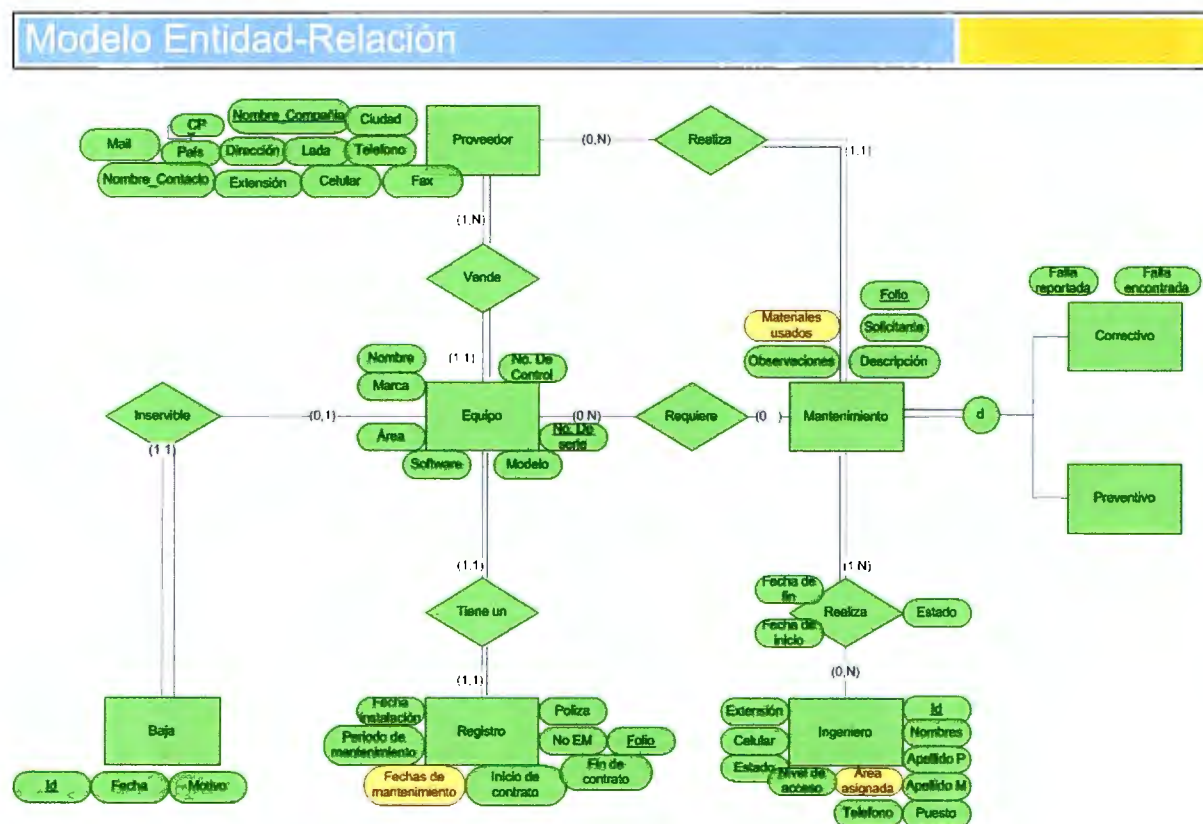


Figura 40. Diagrama EER

A partir de la figura 40 se realiza un análisis del cual se derivan una serie de tablas relacionadas entre sí mediante palabras clave. Estas tablas son normalizadas hasta la tercera forma de manera que exista una dependencia funcional que mantenga congruencia en los datos almacenados. Es de esta manera que se obtiene un total de 10 tablas con los siguientes atributos, claves primarias y claves foráneas:

- Proveedor (**Nombre de compañía**, País, Dirección, Ciudad, CP, Lada, Teléfono, Extensión, Fax, Celular, Nombre del contacto, Mail)
- Ingeniero (**Id de ingeniero**, Nombres, Apellido P, Apellido M, Puesto, Teléfono, Extensión, Celular, Nivel de acceso, Estado)
- Equipo (**No. De serie**, Nombre de compañía, No de control, Nombre, Marca, Modelo, Área, Software)
- Registro (**Folio de registro**, No de serie del equipo, Fecha de instalación, Periodo de mantenimiento, Inicio de contrato, Fin de contrato, No EM, Póliza)
- Mantenimiento (**Folio**, Nombre de compañía, No de serie, Observaciones, Descripción, Solicitante, Tipo de mantenimiento, Falla reportada, Falla encontrada)
- Baja (**Id**, No de serie del equipo, Fecha y Motivo)
- Realizado (**Folio de mantenimiento**, **Id de ingeniero**, Fecha de inicio, Fecha de fin, Estado)
- Fechas (**Folio de registro**, Fechas de mantenimiento)
- Materiales (**Folio de mantenimiento**, Materiales usados)
- Área (**Id de ingeniero**, Área asignada)

Una vez establecidas las tablas necesarias, se utilizó la herramienta MySQL de Oracle para la creación de las tablas descritas previamente. MySQL es un manejador de bases de datos de código abierto principalmente utilizado en las aplicaciones WEB. Cada tabla fue creada con sus restricciones asociadas para delimitar el tipo de entrada que introduce el usuario.

Para el desarrollo de la interfaz gráfica con las pantallas seleccionadas se utilizó el software de diseño web Adobe Dreamweaver CS6, el cual ofrece la posibilidad de trabajar sobre una interfaz visual e intuitiva o un espacio de código para la creación de sitios web

(Figura 41). La interfaz visual se basa en la inserción de tablas, texto y botones; mientras que la programación está basada en formato HTML.

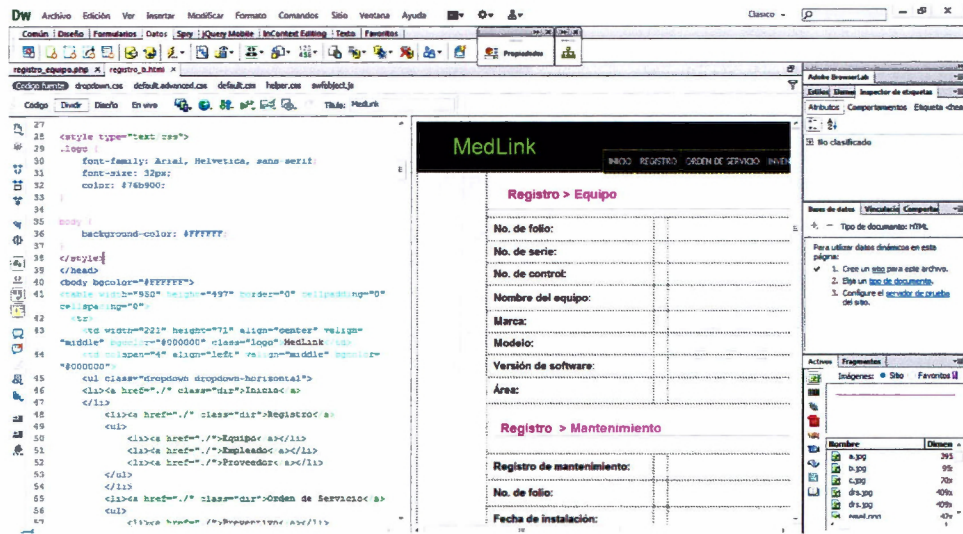


Figura 41. Interfaz Dreamweaver

El diseño de cada una de las pantallas se basó en una plantilla general que contiene el menú general en la parte superior, del lado derecho se encuentra una sección de contacto y del lado izquierdo una tabla sin algún uso por el momento que le da un aspecto centrado a la página.

Al entrar al sitio web una página de bienvenida será mostrada, una imagen alusiva al ámbito médico, una breve descripción del sitio y la propuesta de valor son presentadas al usuario como se observa en la figura 42. En la parte superior se encuentra por el momento el menú que redirige la página hacia los distintos formatos implementados.



Figura 42. Página de bienvenida

Los formatos implementados fueron el registro de los dispositivos (Figura 43), mantenimiento preventivo (Figura 44), mantenimiento correctivo (Figura 45) y baja de los dispositivos (Figura 46). Cada uno de estos basados tanto en la investigación previa como en el *Storyboard*. Es importante mencionar que en el menú aparecen otras funcionalidades, sin embargo estas son meramente demostrativas por el momento.

Figura 43. Registro

MedLink INICIO REGISTRO ORDEN DE SERVICIO INVENTARIO BALIAS CALENDARIO PROVEEDORES EMPLEADOS [Calcular No. EM](#)

Orden de Servicio > Mantenimiento Preventivo

MANTENIMIENTO PREVENTIVO:

No. de folio: No. de control:

Nombre del equipo Fecha de solicitud

No. de serie Fecha de terminación:


Marca: Estado:


Área:

Solicitante: Recibe:

Asignado a:

Trabajo realizado:

Soporte 






Contáctanos   

Figura 44. Mantenimiento preventivo

MedLink INICIO REGISTRO ORDEN DE SERVICIO INVENTARIO BALIAS CALENDARIO PROVEEDORES EMPLEADOS [Calcular No. EM](#)

Orden de Servicio > Mantenimiento Correctivo

MANTENIMIENTO CORRECTIVO:

No. de folio: No. de control:

Nombre del equipo Fecha de solicitud

No. de serie Fecha de terminación:

Marca: Estado:


Área:


Solicitante:

Falla reportada:

Recibe:

Asignado a:

Soporte 






Contáctanos   

Figura 45. Mantenimiento correctivo

6. Trabajo a futuro

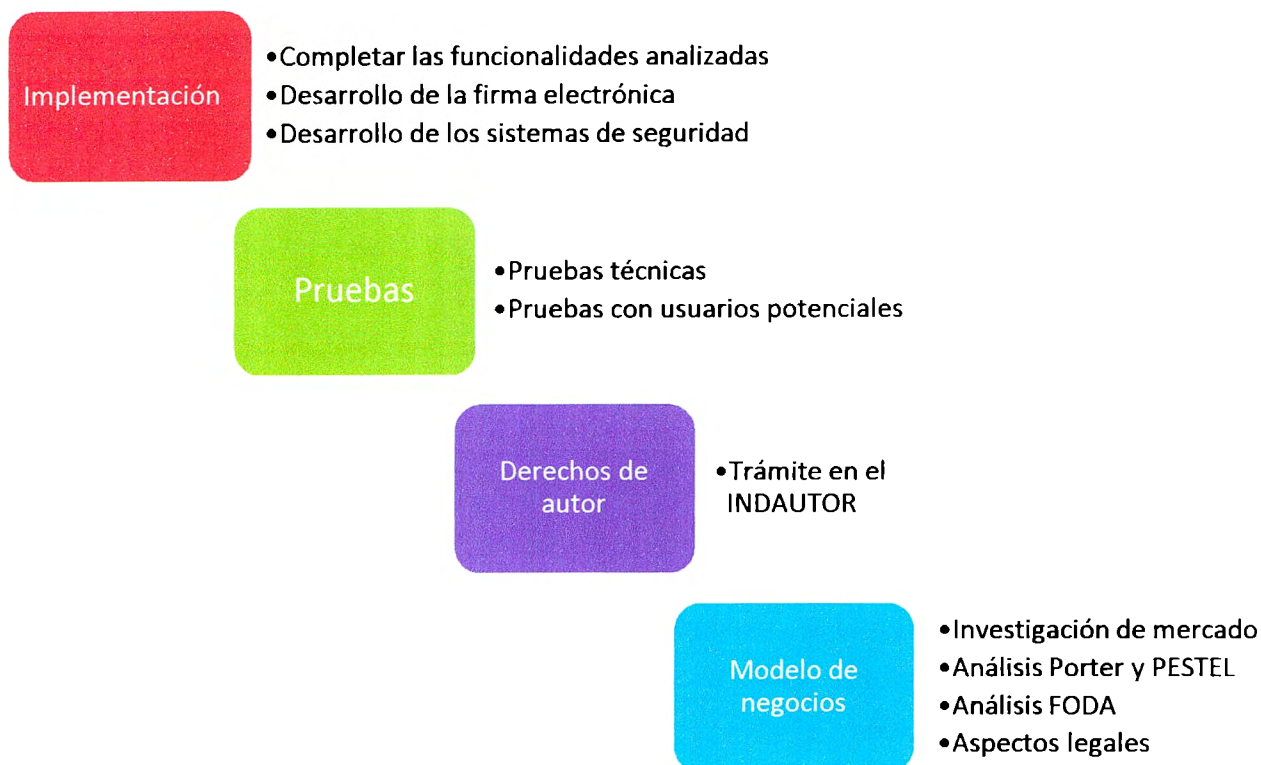


Figura 47. Diagrama del plan de acción del trabajo futuro

Tras el análisis, diseño y la realización de la prueba de concepto presentado en este trabajo se plantea a futuro realizar la implementación seguida de un conjunto de pruebas para el mejoramiento de la aplicación que conlleve a un producto final con el que se pueda comerciar. El plan de acción a futuro se presenta en la figura 47.

6.1 Implementación

Este proyecto concluyó únicamente en una prueba de concepto de la aplicación donde se realizaron las pantallas necesarias para observar el flujo de trabajo de registro, mantenimiento y baja de equipo. Sin embargo, las funcionalidades analizadas son más numerosas por lo que a futuro se pretende terminar la implementación de la aplicación web MedLink. Aunado a esto se desarrollaran los sistemas para la firma electrónica que requieren algunos formatos así como los sistemas de seguridad que garanticen al usuario la confidencialidad de su información.

Tabla 10. Especificaciones del servidor

Correo electrónico	Administración del sitio
5 cuentas de correo	Control Web
30 redirecciones	Acceso FTP 24x7
Anti-spam	Acceso opcional FrontPage
Anti-virus	Estadísticas de acceso
Directorio de contactos compartido	Soporte técnico ilimitado vía telefónica, chat o email
uServers webmail	Biblioteca de soporte técnico
Compatible con iPhone y Blackberry	Estado de cuenta en línea
Acceso por POP3 e IMAP4	Respaldos diarios de la información

Una vez terminada la implementación de la aplicación web MedLink se realizarán tanto pruebas técnicas como con usuarios para verificar su correcto funcionamiento. Las pruebas técnicas se realizarán de forma no automática, es decir, que una persona probará manualmente cada función de la aplicación. El primer paso es la validación de cada botón o enlace dónde únicamente se comprobará que al presionar cierto botón, éste desempeñe la función programada o que te redirija a la ventana indicada.

De igual modo se probará cada campo de texto y al mismo tiempo se verificará que los mismos únicamente permitan los tipos de datos para los cuales están programados ya sean numéricos, caracteres o ambos. Finalmente se verificará que los datos son agregados adecuadamente a la base de datos y que pueden de igual forma ser extraídos, y las actualizaciones automáticas que conlleva el sistema entre bases de datos.

Posteriormente se harán pruebas con usuarios potenciales para recibir retroalimentación sobre las ventajas de nuestra aplicación. Para ello se usará una muestra de 10 usuarios tanto de hospitales como de empresas, los cuales utilizarán todas las funciones de la aplicación y posteriormente responderán una breve encuesta que se cuantificará mediante la escala de Likert. Dicha escala consta con los cinco puntos de la tabla 11 para calificar cierta afirmación.

Tabla 11. Escala de Likert

Valoración	Puntaje
Muy en desacuerdo	1
En desacuerdo	2
Ni de acuerdo, ni desacuerdo	3
De acuerdo	4
Muy de acuerdo	5

Las preguntas contenidas en la encuesta serán las siguientes:

1. El manejo de la interfaz es intuitivo y fácil de manejar
2. La interfaz es agradable a la vista
3. El contenido del menú me parece adecuado
4. Los elementos que integran cada formato son adecuados
5. El uso de MedLink redujo los tiempos en la adquisición y almacenamiento de información
6. El uso de MedLink redujo los tiempos al consultar información del inventario
7. El uso de MedLink mejoró el flujo de los procesos desempeñados
8. El uso de MedLink facilita la administración de tecnologías de la salud
9. Es ventajoso que MedLink sea accesible desde cualquier punto con conexión a internet
10. Recomendaría el uso de MedLink a mis colegas

Una vez realizadas las pruebas se mejorará la aplicación web MedLink dónde se observen problemas tanto de programación como de contenido para así realizar una versión final mejorada que podrá llevarse al mercado.

Una vez terminada la implementación y aproximadamente al mismo tiempo que se realizan las pruebas se comenzará el trámite para proteger legalmente nuestra aplicación web mediante el Registro Público del Derecho de Autor ante el Instituto Nacional del Derecho de Autor (INDAUTOR).

El INDAUTOR se encarga de la protección legal de cualquier obra de creación original que sea susceptible de ser divulgada o reproducida en cualquier forma o medio. Esto incluye lo que se denomina programa de cómputo. El INDAUTOR define al programa de cómputo como, "la expresión original en cualquier forma, lenguaje o código, de un conjunto de instrucciones que, con una secuencia, estructura y organización determinada, tiene como propósito que una computadora o dispositivo realice una tarea o función específica." (INDAUTOR, 2012)

El costo que posee este trámite al día de hoy es de \$198 pesos mexicanos y se requieren llenar y entregar únicamente los formatos RPDA-01-A1 y RPDA-01-A2 (Anexo 1).

Finalmente con la aplicación terminada y con el trámite de derechos de autor en marcha comenzaremos a desarrollar el modelo de negocios que nos permitirá desarrollar una empresa dedicada a la venta de MedLink. Los modelos de negocios pueden ser muy variados; sin embargo, contienen algunos elementos en común que ayudan a la viabilidad de un proyecto. Elegir el segmento de mercado al que va dirigido cierto producto o servicio es realmente importante ya que del segmento dependerán muchos otros aspectos como lo son el canal con el que se llegará al cliente y las relaciones que se crearán con éste; estos dos puntos son muy importantes al momento de la planeación. Las estrategias de mercadotecnia y la venta en sí también dependen totalmente del segmento al que se desee llegar. Definir correctamente la propuesta de valor, es decir la parte innovadora o valor agregado de tu servicio o producto, es otro aspecto importante al momento de comenzar la planeación de una empresa, la forma en la que lo defines también puede llegar a depender del segmento seleccionado. Otros aspectos que uno debe considerar son las actividades claves que se requieren realizar para mejorar la viabilidad del proyecto así como los recursos clave que se poseen para lograrlas. Analizar y verificar las alianzas estratégicas que se poseen ya sean con proveedores, clientes, vendedores, entre otros es un aspecto que puede ayudar a crear una mejor estrategia que permita romper las barreras de entrada, es decir los problemas que una empresa nueva puede encontrar en el mercado. Finalmente el análisis financiero es uno de los aspectos más importantes; es importante contemplar tanto los costos que se tendrán así como las utilidades y mediante un plan de inversión verificar si el proyecto es viable antes de comenzar.

Para conseguir un modelo de negocios adecuado se necesitará realizar un amplio análisis del mercado; pues a pesar de que ya se ha identificado nuestro segmento de mercado la investigación de campo debe ampliarse aún más, se debe reforzar el análisis tanto de las necesidades de nuestros clientes, es decir la compañía u hospital que comprarán la aplicación web; tanto los usuarios es decir los ingenieros que trabajarán con ella como herramienta de trabajo. Por otra parte será necesario definir el tamaño del mercado ya que de esto dependerán algunos aspectos de análisis financiero. De igual forma es necesario realizar un análisis del micro y macro-ambiente relacionado con la empresa. Para el análisis del macro-ambiente una herramienta de utilizad es el modelo Porter

donde se analizan de forma positiva tanto a los clientes como posibles proveedores, y de forma negativa a los competidores, y las posibles barreras de entrada. De igual forma el análisis PESTEL será necesario ya que en este se analizan los aspectos políticos, económicos, sociales, tecnológicos, ecológicos y legales que influyen a la operación de la empresa.

Una herramienta de utilizad para generar estrategias adecuadas para la empresa es el análisis FODA; dicho análisis se realiza mediante una tabla tanto con aspectos positivos, fortalezas y oportunidades, como negativos, debilidades y amenazas. De este modo en la tabla se colocan todas las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas que posee la empresa, y posteriormente se crean estrategias que pueden llegar a utilizar los aspectos positivos para contrarrestar los negativos, o simplemente se busca reducir los negativos o desarrollar aún más los positivos. En realidad no hay estrategias definidas sino que la herramienta te permite pensar en diversas estrategias de utilidad según las situaciones planteadas. También será importante comenzar con los trámites necesarios para dar de alta a la empresa y así comenzar a operar finalmente. (Aldana, 2011)

7. Referencias

- Biblioteca Wellcome . (s.f.). *Science Museum*. Recuperado el 12 de Octubre de 2012, de <http://www.sciencemuseum.org.uk/broughttolife/themes/technologies.aspx>
- Cardenas, C. (2012). Evaluación Tecnológica. *Ingeniería Clínica*. México : ITESM CCM.
- Dyro, J. (2004). *Clinical Engineering Handbook*. Elsevier Academic Press.
- Escalas para medir actitudes*. (s.f.). Recuperado el 10 de Noviembre de 2012, de <http://aprendeonline.udea.edu.co/revistas/index.php/ceo/article/viewFile/1697/1346>
- Grupo Médica Sur. (2011). *Médica Sur*. Recuperado el 05 de Noviembre de 2012, de <http://www.medicasur.org.mx/?gclid=CPPV7sXFuLMCFQf0nA0diFYA6g>
- INDAUTOR. (12 de Noviembre de 2012). *Formatos*. Recuperado el 15 de Noviembre de 2012, de http://www.indautor.gob.mx/formatos/registro/computo_formatos.html
- INDAUTOR. (12 de Noviembre de 2012). *Preguntas frecuentes*. Recuperado el 15 de Noviembre de 2012, de http://www.indautor.gob.mx/formatos/registro/obra_preguntas.html
- JCAHO. (2002). Medical Equipment Maintenance: Medical Equipment Management Plan and Inventory Selection. JCAHO Environment of Care News.
- Microsoft Corporation. (2012). *Office*. Recuperado el 9 de Octubre de 2012, de <http://office.microsoft.com/es-es/excel/caracteristicas-y-ventajas-de-excel-2010-HA101806958.aspx>
- Wenny, R. (2012). Introduction to Database Technology. (pág. 23). Melbourne: La Trobe University.
- WHO Medical device technical series. (2011). Introduction to medical equipment inventory management. Suiza: Organización Mundial de la Salud.

8. Anexo 1

REGISTRO PÚBLICO DEL DERECHO DE AUTOR

SOLICITUD DE REGISTRO DE OBRA
HOJA ADJUNTA
AUTOR / COAUTOR / TITULAR / EDITOR / PRODUCTOR

RPDA-01-A1

DEBERÁ LLENAR A MAQUINA O CON LETRA DE MOLDE
LEGIBLE, SIN TACHADURAS O ENMENDADURAS

DATOS DEL AUTOR	COAUTOR	TITULAR	EDITOR	PRODUCTOR
-----------------	---------	---------	--------	-----------

Nombre:	Apellido Paterno	Apellido Materno	Nombre
Fecha de nacimiento:	Día	Mes	Año
Nacionalidad:	% y tipo de Participación:		%,
R.F.C.:	Correo electrónico:		*
Teléfonos:	*	Fax:	*
Domicilio Particular:	Calle		
No. Exterior	No. Interior	Colonia:	
Delegación / Municipio:			C.P.:
País:	Entidad Federativa:		

DATOS DEL AUTOR	COAUTOR	TITULAR	EDITOR	PRODUCTOR
-----------------	---------	---------	--------	-----------

Nombre:	Apellido Paterno	Apellido Materno	Nombre
Fecha de nacimiento:	Día	Mes	Año
Nacionalidad:	% y tipo de Participación:		%,
R.F.C.:	Correo electrónico:		*
Teléfonos:	*	Fax:	*
Domicilio Particular:	Calle		
No. Exterior	No. Interior	Colonia:	
Delegación / Municipio:			C.P.:
País:	Entidad Federativa:		

DATOS DEL AUTOR	COAUTOR	TITULAR	EDITOR	PRODUCTOR
-----------------	---------	---------	--------	-----------

Nombre:	Apellido Paterno	Apellido Materno	Nombre
Fecha de nacimiento:	Día	Mes	Año
Nacionalidad:	% y tipo de Participación:		%,
R.F.C.:	Correo electrónico:		*
Teléfonos:	*	Fax:	*
Domicilio Particular:	Calle		
No. Exterior	No. Interior	Colonia:	
Delegación / Municipio:			C.P.:
País:	Entidad Federativa:		

* Opcional

INDAUTOR-00-001



SECRETARÍA

DE

EDUCACIÓN PÚBLICA



REGISTRO PUBLICO DEL DERECHO DE AUTOR

SOLICITUD DE REGISTRO DE OBRAS
HOJA ADJUNTA
DE OBRAS

RPDA-01-A2

DEBERA LLENAR A MAQUINA O CON LETRA DE MOLDE
LEGIBLE, SIN TACHADURAS O ENMENDADURAS



DATOS DE LA OBRA PRIMIGENIA

Título:

Autor:

DATOS DE LA OBRA PRIMIGENIA

Título:

Autor:

DATOS DE LA OBRA PRIMIGENIA

Título:

Autor:

DATOS DE LA OBRA PRIMIGENIA

Título:

Autor:

DATOS DE LA OBRA PRIMIGENIA

Título:

Autor:

DATOS DE LA OBRA PRIMIGENIA

Título:

Autor:

INDAUTOR-00-001

Fecha de aprobación de la forma por parte de la Subsecretaría de Planeación y Coordinación de la SEP: 4 de julio del 2000.

Fecha de aprobación de la forma por parte de la Comisión Federal de Mejora Regulatoria: 4 de julio del 2000.