



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL

CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES E
INFORMÁTICOS

Tema:

“Sistema Informático para el control del mantenimiento técnico de equipos médicos del Hospital IESS - Ambato”

Trabajo de Graduación. Modalidad: Proyecto de Investigación, presentado previo la obtención del título de Ingeniero en Sistemas Computacionales e Informáticos.

SUBLINEA DE INVESTIGACIÓN: Orientado a objetos

AUTOR: Resabala Caicedo María Cristina

TUTOR: Ing. Mg. Kléver Renato Urvina Barrionuevo

Ambato – Ecuador

Julio - 2015

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el tema: **“Sistema Informático para el control del mantenimiento técnico de equipos médicos del Hospital IESS - Ambato”**, de la señorita María Cristina Resabala Caicedo, estudiante de la Carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales e Informáticos de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, considero que el informe investigativo reúne los requisitos suficientes para que continúe con los trámites y consiguiente aprobación de conformidad con el de conformidad con el numeral 7.2 de los Lineamientos Generales para la aplicación de Instructivos de las Modalidades de Titulación de las Facultades de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato julio, 2015

EL TUTOR

Ing. Mg. Kléver Renato Urvina Barrionuevo

AUTORÍA

El presente Proyecto de Investigación titulado: **“Sistema Informático para el control del mantenimiento técnico de equipos médicos del Hospital IESS - Ambato”**, es absolutamente original, auténtico y personal, en tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato julio, 2015

María Cristina Resabala Caicedo

CC: 1804061354

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga uso de este Trabajo de Titulación como un documento disponible para la lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo los derechos de mi Trabajo de Titulación, con fines de difusión pública, además autorizo su reproducción dentro de las regulaciones de la Universidad.

Ambato julio, 2015

María Cristina Resabala Caicedo

CC: 1804061354

APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA

La Comisión Calificadora del presente trabajo conformada por los señores docentes Ing. Dennis Chicaiza y el Ing. Carlos Nuñez, revisó y aprobó el Informe Final del Proyecto de Investigación titulado **“Sistema Informático para el control del mantenimiento técnico de equipos médicos del Hospital IESS - Ambato”**, presentado por la señorita María Cristina Resabala Caicedo de acuerdo al numeral 9.1 de los Lineamientos Generales para la aplicación de Instructivos de las Modalidades de Titulación de las Facultades de la Universidad Técnica de Ambato.

Ing. José Vicente Morales Lozada
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Dennis Chicaiza Ing. Carlos Nuñez
DOCENTE CALIFICADOR

DOCENTE CALIFICADOR

DEDICATORIA

*El presente trabajo se lo dedico a mi madre,
Fanny, por hacer de mí una mejor persona
a través de sus consejos, enseñanzas y amor.*

*A mis hermanos Verónica, Daniela y Josué
por su cariño y apoyo incondicional.*

*A mi abuelita Rosita, por su amor y preocupación
en cada etapa de mi vida.*

*A Fernando por ser una parte muy importante de mi vida,
por haberme apoyado en los momentos buenos y malos,
sobre todo por su paciencia y amor incondicional.*

María Cristina Resabala Caicedo.

AGRADECIMIENTO

*Quiero agradecer a Dios por haberme
regalado el don de la vida,
por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad
y por brindarme una vida llena de mucho
aprendizaje, experiencia, felicidad
y permitirme el haber llegado hasta este momento
tan importante de mi formación profesional.*

*También quiero expresar un sincero agradecimiento a
la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e
Industrial de la Universidad Técnica de Ambato, por
darme la oportunidad de formarme profesionalmente
con los saberes brindados hacia mi persona, a través
de los diferentes profesores.*

María Cristina Resabala Caicedo

TABLA DE CONTENIDO

Portada	I
Aprobación del tutor	II
Autoría	III
Derechos de autor	IV
Aprobación de la comisión calificadora	V
Dedicatoria.....	VI
Agradecimiento.....	VII
Tabla de contenido.....	VIII
Índice de gráficos.....	XI
Índice de tablas	XIV
Resumen ejecutivo.....	XVI
Abstract.....	XVII
Glosario de términos y acrónimos	XVIII
Introducción.....	XX
CAPÍTULO I.....	1
EL PROBLEMA	1
1.1. Tema.....	1
1.2. Planteamiento del problema.....	1
1.2.1. Contextualización	1
1.3. Delimitación.....	3
1.4. Justificación.....	3
1.5. Objetivos	4
1.5.1. Objetivo general.....	4
1.5.2. Objetivos específicos	4
CAPÍTULO II	5
MARCO TEÓRICO	5
2.1. Antecedentes Investigativos	5
2.2. Fundamentación Teórica	6
2.2.1. Dispositivo médico	6
2.2.2. Equipo Médico.....	6
2.2.3. Tipos de equipos	6
2.2.4. Mantenimiento de equipos.....	7
2.2.5. Plan de mantenimiento.....	8
2.2.6. Indicadores de mantenimientos	9
2.2.7. Sistema Informático	10
2.2.8. Arquitectura N capas	10
2.2.9. Tecnología WCF	12
2.2.10. Orientación a Servicios.....	13

2.2.11.	Beneficios de la Orientación a Servicios	14
2.2.12.	Clientes, servicio y mensajes en aplicaciones orientadas a servicios	15
2.2.13.	Elementos de un servicio en WCF.....	16
2.2.14.	Comparación de WCF con otras tecnologías.....	18
2.2.15.	Metodología RUP	20
2.2.16.	Fases de la metodología RUP	21
2.2.17.	Comparación de RUP con otras metodologías	23
2.2.18.	El reporte de CAOS	23
2.2.19.	Estándar IEEE 830.....	24
2.3.	Propuesta de Solución.....	25
CAPÍTULO III.....		26
METODOLOGÍA		26
3.1.	Modalidad de la investigación	26
3.2.	Población y muestra	26
3.3.	Recolección de información.....	26
3.4.	Procesamiento y análisis de datos	27
3.5.	Desarrollo del proyecto	27
CAPÍTULO IV		29
LA PROPUESTA		29
4.1.	Primera fase: Inicio	29
4.1.1.	Levantamiento de requerimientos.....	29
4.1.2.	Establecimiento del alcance del sistema.....	59
4.2.	Segunda fase: Elaboración	60
4.2.1.	Elaboración de diagrama de clases.....	61
4.2.2.	Elaboración de diagrama de secuencias.....	64
4.2.3.	Elaboración de diagrama de estados.....	75
4.2.4.	Diseño de arquitectura.....	76
4.2.5.	Diseño de interfaces.....	77
4.3.	Tercera fase : Construcción	82
4.3.1.	Desarrollo de sistema.....	82
4.3.2.	Pruebas de desarrollo.....	89
4.4.	Cuarta fase: Transición.....	95
4.4.1.	Pruebas Finales de aceptación.....	95
4.4.2.	Puesta de producción	96
CAPÍTULO V		97
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		97
5.1.	Conclusiones	97
5.2.	Recomendaciones.....	98

BIBLIOGRAFIA O REFERENCIAS.....	100
ANEXOS	103

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 2.1. Solución distribuida con orientación a objetos.....	11
Gráfico 2.2.a. Solución distribuida con orientación a objetos	14
Gráfico 2.2.b. Solución distribuida con orientación a servicios	14
Gráfico 2.3 Estructura de un Mensaje SOAP	16
Gráfico 2.4 Relación entre el CLR y los tipos de Contratos de WCF	18
Gráfico 2.5 Metodología RUP – mejores prácticas[17].....	21
Gráfico2.6 Fases de la metodología RUP	22
Gráfico 2.7 Comparación de RUP con otras metodologías	23
Gráfico 2.8 Comparación metodologías tradicionales y ágiles [19].....	24
Gráfico 4.1 Diagrama de actividades.....	30
Gráfico 4.2 Caso de uso general	32
Gráfico 4.3 Caso de uso Módulo Seguridades.....	37
Gráfico 4.4 Caso de uso Módulo Administración.....	43
Gráfico 4.5 Caso de uso Módulo Inventario.....	48
Gráfico 4.6 Caso de uso Módulo Mantenimiento.....	54
Gráfico 4.7 Diagrama de clases: Modelo conceptual	61
Gráfico 4.8 Diagrama de clases: Módulo de seguridades.....	62
Gráfico 4.9 Diagrama de clases: Módulo de administración.....	62
Gráfico 4.10 Diagrama de clases: Módulo de inventario	63
Gráfico 4.11 Diagrama de clases: Módulo de mantenimiento.....	63
Gráfico 4.12 Secuencia Ingresar al sistema	64
Gráfico 4.13 Secuencia Administrar usuario	64

Gráfico 4.14 Secuencia Administrar rol	65
Gráfico 4.15 Secuencia Administrar menú	65
Gráfico 4.16 Secuencia Asignar rol a usuario.....	66
Gráfico 4.17 Secuencia Asignar menú a rol	66
Gráfico 4.18 Secuencia Administrar áreas.....	67
Gráfico 4.19 Secuencia Administrar campos de aplicación	67
Gráfico 4.20 Secuencia Administrar tipos de equipos	68
Gráfico 4.21 Secuencia Administrar tipos de mantenimientos.....	68
Gráfico 4.22 Secuencia Administrar responsables de equipos	69
Gráfico 4.23 Secuencia Administrar equipos	69
Gráfico 4.24 Secuencia Dar de baja.....	70
Gráfico 4.25 Secuencia Asignar campo de aplicación.....	70
Gráfico 4.26 Secuencia Administrar repuestos	71
Gráfico 4.27 Secuencia Actualizar cantidad de repuestos	71
Gráfico 4.28 Secuencia Administrar herramientas	72
Gráfico 4.29 Secuencia Asignar mantenimiento programado	72
Gráfico 4.30 Secuencia Administrar ordenes de trabajo.....	73
Gráfico 4.31 Secuencia Administrar mantenimientos por orden de trabajo	73
Gráfico 4.32 Secuencia Administrar mantenimientos programados	74
Gráfico 4.33 Secuencia Asignar ordenes de trabajo	74
Gráfico 4.34 Secuencia Generar reportes	75
Gráfico 4.35 Diagrama de estado: Equipo.....	75
Gráfico 4.36 Diagrama de estado: Orden de trabajo	76
Gráfico 4.37 Diagrama de estado: Mantenimiento.....	76

Gráfico 4.38 Diagrama de arquitectura.....	77
Gráfico 4.39 Diseño de interfaces – Ingreso al sistema.....	77
Gráfico 4.40 Diseño de interfaces Menú	78
Gráfico 4.41 Diseño de interfaces – Consulta de información	78
Gráfico 4.42 Diseño de interfaces – Consulta de información.....	79
Gráfico 4.43 Diseño de interfaces – Edición de información.....	79
Gráfico 4.44 Diseño de interfaces – Asignación.....	80
Gráfico 4.45 Diseño de interfaces – Cambio contraseña.....	80
Gráfico 4.46 Diseño de interfaces – Mensaje informativo	81
Gráfico 4.47 Diseño de interfaces – Mensaje error	81
Gráfico 4.48 Diseño de interfaces – Ingreso de mantenimientos	81
Gráfico 4.49 Diseño de interfaces – Reportes - Consulta de información	82
Gráfico 4.50 Pruebas de Caja Negra 1.....	92
Gráfico 4.51 Pruebas de Caja Negra 2.....	92
Gráfico 4.52 Pruebas de Caja Negra 3.....	93
Gráfico 4.53 Pruebas de Caja Negra 4.....	93
Gráfico 4.54 Pruebas de Caja Negra 5.....	93
Gráfico 4.55 Pruebas de Caja Negra 6.....	94
Gráfico 4.56 Pruebas de Caja Negra 7.....	94
Gráfico 4.57 Pruebas de Caja Negra 8.....	95

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla.2.1. Comparación de WCF con otras tecnologías	19
Tabla.4.1. Especificación Ingresar al sistema	38
Tabla.4.2. Especificación administrar usuarios	39
Tabla.4.3. Especificación administrar roles	39
Tabla.4.4. Especificación administrar menús	40
Tabla.4.5. Especificación asignar rol a usuario.....	41
Tabla.4.6. Especificación asignar menú a rol	41
Tabla.4.7. Especificación Cambiar contraseña	42
Tabla.4.8. Especificación administrar áreas.....	44
Tabla.4.9. Especificación administrar campos de aplicación	45
Tabla.4.10. Especificación administrar tipos de equipos	45
Tabla.4.11. Especificación administrar campos de aplicación.....	46
Tabla.4.12. Especificación administrar tipos de equipos	47
Tabla.4.13. Especificación administrar tipos de mantenimientos.....	47
Tabla.4.14. Especificación administrar equipos	49
Tabla.4.15. Especificación Dar de baja.....	50
Tabla.4.16. Especificación asignar campo de aplicación.....	50
Tabla.4.17. Especificación asignar campo de aplicación.....	51
Tabla.4.18. Especificación administrar repuestos	51
Tabla.4.19. Especificación actualizar cantidad de repuesto.....	52
Tabla.4.20. Especificación administrar herramientas	53
Tabla.4.21. Especificación administrar orden de trabajo.....	55

Tabla.4.22. Especificación administrar mantenimiento.....	56
Tabla.4.23. Especificación mantenimientos programados.....	56
Tabla.4.24. Especificación mantenimientos programados.....	57
Tabla.4.25. Especificación generar reportes	57
Tabla.4.26. Presupuesto del proyecto	59

RESUMEN EJECUTIVO

El Hospital del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social se encuentra en una etapa de transformación, con miras de convertirse en una unidad médica moderna, con personal capacitado para brindar una atención eficiente y oportuna.

En la actualidad la participación de la tecnología es indispensable en las instituciones, es por esta razón que el área de mantenimiento del hospital IESS de la ciudad de Ambato ve la necesidad de sistematizar los procesos realizados en el control de mantenimiento de equipos médicos.

El área de mantenimiento del hospital IESS de la ciudad de Ambato actualmente no cuenta con un sistema informático que ayude con la gestión de sus procesos, llevando la información en documentos de texto y hojas electrónicas.

Uno de los inconvenientes al no contar con una gestión sistematizada, es la pérdida y duplicidad de información producida por el inadecuado almacenamiento de datos. Adicional a esto, presenta la indisponibilidad de información en tiempo oportuno, que produce un gasto excesivo del presupuesto destinado a equipos médicos y sus repuestos.

Mediante el desarrollo del presente trabajo lo que se desea es implementar un sistema con el cual se pueda dar paso al control de mantenimiento de equipos médicos que permita disponer de información actualizada de dichos procesos y una oportuna toma de decisiones.

ABSTRACT

The Hospital of the Ecuadorian Institute of Social Security is in a stage of transformation to become a modern medical unit with trained staff to provide efficient and timely care.

Currently the participation of technology in institutions is essential for this reason that the maintenance area of the IESS hospital in the city of Ambato sees the need to systematize processes in controlling maintenance of medical equipment.

The maintenance area of the IESS hospital in the city of Ambato currently does not have a computer system that helps with the management of their processes, which carries information in text documents and spreadsheets.

One of the disadvantages of not having a systematic management in the maintenance of medical equipment, is the loss and duplication of information produced by improper storage of data. Besides this, it has the unavailability of information in real time, producing an excessive budget spending for medical equipment and spare parts due to the absence of a database updated.

Through the development of this project he wants to implement a computer system to control the maintenance of medical equipment that allows provide updated information on these processes and timely decision making.

GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ACRÓNIMOS

ACCIDENTABILIDAD: Número proporcional de accidentes en un lugar y tiempo determinado.

ÁREA: Conocidas también como áreas de responsabilidad, departamentos o divisiones, están en relación directa con las funciones básicas que realiza la empresa a fin de lograr sus objetivos.

CAMPO DE APLICACIÓN: Sub áreas que comprenden actividades, funciones y labores homogéneas.

ERS: Especificación de Requisitos de Software es una descripción completa del comportamiento del sistema que se va a desarrollar.

FRAGMENTO DE CÓDIGO: es un bloque de código reutilizable que puede insertar donde sea necesario en el código.

RUP: Proceso Racional Unificado (Rational Unified Process en inglés). es un proceso de desarrollo de software desarrollado por la empresa Rational Software. Junto con el Lenguaje Unificado de Modelado UML, constituye la metodología estándar más utilizada para el análisis, diseño, implementación y documentación de sistemas orientados a objetos.

SHARP DEVELOPER: es un entorno de desarrollo integrado libre para los lenguajes de programación C#, Visual Basic .NET, F#,Python, Ruby, Boo y C++.

UML: Lenguaje Unificado de Modelado (UML, por sus siglas en inglés, Unified Modeling Language), es un estándar que se ha adoptado a nivel internacional por numerosos organismos y empresas para crear esquemas, diagramas y documentación relativa a los desarrollos de software (programas informáticos).

WCF: Windows Communication Foundation es un marco de trabajo para la creación de aplicaciones orientadas a servicios. Con WCF, es posible enviar datos como mensajes asincrónicos de un extremo de servicio a otro.

MDI: interfaces de múltiples documentos (MDI) son aquellos cuyas ventanas se encuentran dentro de una ventana padre (normalmente con la excepción de las ventanas modales).

CLR: (Common Language Runtime), o "entorno en tiempo de ejecución de lenguaje común" es un entorno de ejecución para los códigos de los programas que corren sobre la plataforma Microsoft .NET.

SOAP: es un protocolo para el intercambio de información en un ambiente descentralizado y distribuido. Es el protocolo más utilizado para realizar el intercambio de información en el modelo de web services.

ESCALABILIDAD: propiedad deseable en un sistema, red o proceso que indica su habilidad para poder hacerse más grande sin perder calidad en sus servicios.

INTEROPERABILIDAD: es la condición que permite que sistemas o productos diferentes puedan relacionarse entre sí, sin ambigüedad, para coordinar procesos o intercambiar datos.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de tesis cuyo tema es, “SISTEMA INFORMÁTICO PARA EL CONTROL DEL MANTENIMIENTO TÉCNICO DE EQUIPOS MÉDICOS DEL HOSPITAL IESS - AMBATO”, consta de cinco capítulos que se detallan a continuación:

Capítulo I. “El Problema”, se identifica el problema que se suscita en un contexto de la realidad, para plantearlo de forma concreta, delimitando su alcance, con una respectiva justificación y objetivos que guiarán todo el proyecto.

Capítulo II. “Marco Teórico”, consta del fundamento teórico que ayuda a comprender de forma clara el problema, para luego plantear la propuesta de solución.

Capítulo III. “Metodología”, Se describe las modalidades de investigación, se especifica la población y muestra con la que se va a trabajar, además de una descripción breve de cómo se desarrollará el proyecto.

Capítulo IV. “Propuesta”, en este capítulo se describe todo el desarrollo de la propuesta de solución, definiendo los requisitos necesarios, los casos de uso del manejo de la aplicación, los diagramas de secuencia de interacción entre el usuario y la aplicación, el diseño de la interfaz gráfica de usuario, el diseño de clases, diseño de arquitectura, además de la implementación.

Capítulo V. “Conclusiones y Recomendaciones”, estableciendo las conclusiones a las que llega el investigador luego del desarrollo del proyecto, así también las recomendaciones pertinentes.

Por último se incluye las referencias consultadas y se anexa la entrevista, el manual de usuario y el manual técnico, documentos utilizados.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1. Tema

Sistema Informático para el control del mantenimiento técnico de equipos médicos del Hospital IESS - Ambato

1.2. Planteamiento del problema

1.2.1. Contextualización

Con el constante avance de la tecnología y la medicina surgen nuevos y sofisticados equipos médicos, necesarios para la prevención, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación de diversas enfermedades. Debido al uso de los mismos es necesario llevar un mantenimiento técnico adecuado.

A nivel mundial existen sistemas informáticos encargados de la gestión sistematizada de mantenimiento de equipos, así en México existe EasyMaint® de la empresa “aBESofT Technologies” que posee una arquitectura abierta y de fácil comprensión para el usuario.

“InnovativeMaintenanceSystems” de Estados Unidos por su parte es una empresa enfocada en proporcionar sistemas de mantenimiento que llevan un preciso registro de mantenimientos con una fácil administración con su producto “Maintenance Pro”.

El Ecuador por su parte también ofrece sistemas de gestión de mantenimiento de equipos como “SINFOEC S.A.” que es una empresa de Tecnología y Servicios orientada a proporcionar a sus clientes las herramientas necesarias para sistematizar sus procesos de mantenimiento de equipos.

Un producto de “SINFOEC S.A.” es SMProg que organiza, planifica y controla el mantenimiento de cualquier tipo de equipo, maquinaria o bienes que requieran mantenimiento sea preventivo, periódico, correctivo inmediato o correctivo planificado.

Instituciones como el HOSPITAL DE NIÑOS FRANCISCO ICAZA BUSTAMANTE y el HOSPITAL MATERNIDAD ENRIQUE SOTOMAYOR (JBG) son instituciones en las que se ha implementado SMProg, mejorando su gestión de mantenimiento de equipos médicos.

En la ciudad de Ambato una de las instituciones más importantes en el cuidado de la salud es el Hospital IESS, el cual tiene un área de mantenimiento técnico que actualmente no cuenta con un sistema informático que ayude con la gestión de sus procesos, llevando la información sobre el mantenimiento de equipos médicos en documentos de texto y hojas electrónicas.

Uno de los inconvenientes al no contar con una gestión sistematizada en el mantenimiento técnico de equipos médicos, es la pérdida y duplicidad de información producida por el inadecuado almacenamiento de datos.

Adicional a esto, presenta la indisponibilidad de información en tiempo oportuno, que puede dar paso a la sustracción de equipos y sus derivados dejándolos obsoletos o fuera de uso generando un gasto excesivo e innecesario del presupuesto destinado a equipos médicos y sus repuestos.

El área de mantenimiento no dispone de documentos que reflejen el trabajo realizado en los diferentes equipos médicos, esto ocasiona que los mantenimientos técnicos muchas veces sean repetitivos e innecesarios.

1.3. Delimitación

Área académica: Software.

Línea de Investigación: Desarrollo de Software.

Sub línea de Investigación: Orientado a objetos.

Delimitación espacial: Hospital IESS de la ciudad de Ambato ubicado en la Av. Rodrigo Pachano y Edmundo Martínez sector Atocha.

Delimitación temporal: La duración del proyecto es de 6 meses a partir de la fecha de aprobación del perfil por parte del Honorable Consejo Directivo de la facultad.

1.4. Justificación

El presente proyecto servirá de aporte a la sociedad ya que la sistematización en el área de soporte técnico de equipos médicos en entidades de salud, proporcionará un servicio eficiente, adecuado y de manera oportuna con equipos óptimos y funcionales.

El aporte teórico será importante ya que es un tema de interés que contribuirá a la mejora de los procesos con una arquitectura orientada a servicios que permite la interoperabilidad con otras tecnologías; además de brindar agilidad con una interfaz de usuario amigable.

El presente trabajo es novedoso por cuanto se utilizará una tecnología orientada a servicios, como lo es WCF, en un sistema informático para el control de mantenimiento técnico de equipos médicos, permitiendo al sistema ser escalable e interoperable con nuevas aplicaciones, ya sea implementar un sitio web o una aplicación móvil para dichos procesos.

En el Hospital IESS de la ciudad de Ambato es importante realizar la sistematización del proceso de mantenimiento de equipos médicos para llevar un control de la gestión realizada por parte del área técnica magnificando de esta manera el nivel de servicio.

Beneficiándose la institución y el personal del área de mantenimiento técnico reduciendo el presupuesto para equipos y repuestos a adquirir, optimizando el tiempo empleado, y llevando una gestión más óptima de la información de mantenimiento de equipos médicos.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Implementar un sistema informático para el control de mantenimiento de equipos médicos del Hospital IESS – Ambato, bajo la arquitectura N capas y tecnología WCF.

1.5.2. Objetivos específicos

- Revisar el proceso actual del mantenimiento de equipos médicos del hospital IESS de la ciudad de Ambato.
- Establecer los requerimientos y alcance para el desarrollo del sistema informático de control de mantenimiento de equipos médicos del hospital IESS de la ciudad de Ambato.
- Diseñar el Sistema Informático de control de mantenimiento de equipos médicos del hospital IESS de la ciudad de Ambato.
- Desarrollar un Sistema Informático de control de mantenimiento de equipos médicos del hospital IESS de la ciudad de Ambato.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes Investigativos

Para todas las empresas es muy importante alargar la vida útil de sus equipos y maquinarias, para garantizar su disponibilidad y productividad en la empresa y ahorrar costos de mantenimiento. [1]

Subsiguiente a esto la realización del proyecto presenta el desarrollo de un sistema de mantenimiento, para mejorar los procesos de mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo. [1]

Con el desarrollo de un sistema informático se mejora el control y mantenimiento de los activos fijos de CARE (Cooperativa para las Remesas Americanas a Europa, organización presente a nivel internacional, que busca ayudar y brindar apoyo a personas de escasos recursos económicos a través de la realización de diversos proyectos) y ayuda a que más recursos de la Organización se utilicen en los proyectos de beneficio social que dirige. [2]

La tecnología WCF conduce a los Servicios Web a un nivel superior, proporcionando a los desarrolladores una alta productividad para construir aplicaciones seguras, fiables e interoperables, simplificado sustancialmente el proceso de creación de sistemas distribuidos. [3]

2.2. Fundamentación Teórica

2.2.1. Dispositivo médico

Un artículo, instrumento, aparato o máquina que se utiliza para la prevención, el diagnóstico el diagnóstico o el tratamiento de una enfermedad, o para detectar, medir, restablecer, corregir o modificar la estructura o la funcionalidad del organismo con algún propósito médico o sanitario.

Generalmente, un dispositivo médico no actúa a través de mecanismos farmacológicos, inmunitarios ni metabólicos. [4]

2.2.2. Equipo Médico

Es un dispositivo médico que requiere calibración, mantenimiento, reparación, capacitación de los usuarios y retirada del servicio, actividades gestionadas normalmente por ingenieros clínicos.

El equipo médico se usa específicamente para el diagnóstico, el tratamiento o la rehabilitación de una enfermedad o lesión, ya sea solo o junto con accesorios, material fungible (también conocido como material consumible) u otros equipos médicos.

No se consideran equipos médicos los dispositivos médicos implantables, desechables o de un solo uso. [5]

2.2.3. Tipos de equipos

Los equipos médicos se clasifican según su nivel de riesgo así:

Clase I Bajo Riesgo.

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

Clase II a Riesgo Moderado.

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

Clase II b Alto Riesgo.

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

Clase III Muy Alto Riesgo.

Son los dispositivos médicos de muy alto riesgo sujetos a controles especiales, destinados a proteger o mantener la vida o para un uso de importancia sustancial en la prevención del deterioro de la salud humana, o si su uso presenta un riesgo potencial de enfermedad o lesión. [6]

2.2.4. Mantenimiento de equipos

Haciendo referencia a una definición de tipo clásico, podría decirse que: “Mantenimiento es el conjunto de medidas o acciones necesarias para asegurar el normal funcionamiento de una planta, maquinaria o equipo, a fin de conservar el servicio para el cual han sido diseñadas dentro de su vida útil estimada”.

Hoy en día se define al mantenimiento como “La función empresarial que por medio de sus actividades de control, reparación y revisión, permite garantizar el funcionamiento regular

y el buen estado de conservación de las instalaciones”. Simplificando y resumiendo se puede decir que el mantenimiento hoy en día es “Asegurar que todo activo físico, continúe desempeñando las funciones deseadas”. [7]

Mantenimiento Correctivo (MC):

Ocurren cuando no se toman las acciones preventivas que suponen el origen de un problema, hasta causar falla de la máquina. El permitir que la máquina opere hasta que falle frecuentemente causa costosos daños secundarios, junto con los resultados costosos de una parada imprevista y del mantenimiento que ésta implica.

Inspección y mantenimiento preventivo (IMP):

El mantenimiento preventivo aparece cuando una máquina, o punto de falla, es intervenido para su reparación con una frecuencia regular; prescindiendo de la condición de las partes. Tiene la desventaja de que se reemplazan partes en buen estado conjuntamente con aquellas desgastadas.

Este tipo de mantenimiento surge de la necesidad de rebajar el correctivo y todo lo que éste representa, especialmente en lo referente a costos por equipo parado.

Pretende reducir la reparación mediante una rutina de inspecciones periódicas y la renovación de los elementos averiados. [7]

2.2.5. Plan de mantenimiento

Un plan de mantenimiento es el conjunto de tareas de mantenimiento programado, agrupadas o no siguiendo algún tipo de criterio, y que incluye a una serie de equipos, que habitualmente no son todos.

Hay todo un conjunto de equipos que se consideran no mantenibles desde un punto de vista preventivo, y en los cuales es mucho más económico aplicar una política puramente correctiva.

El plan de mantenimiento engloba tres tipos de actividades:

- Las actividades rutinarias que se realizan a diario, y que normalmente las lleva a cabo el equipo de operación.
- Las actividades programadas que se realizan a lo largo del año.
- Las actividades que se realizan durante las paradas programadas. [8]

2.2.6. Indicadores de mantenimientos

Los indicadores de gestión (planificación, ejecución, control y evaluación), son aquellos que normalmente interrelacionan dos valores, y nos aporta una visión completamente que evalúa diversos aspectos de la gestión.

Entre la siguiente lista se incluye un conjunto de indicadores, que nos permitirá medir de forma técnica, y mediante costos la efectividad del mantenimiento:

Indicador de Disponibilidad

La disponibilidad es el principal parámetro asociado al mantenimiento, dado que limita la capacidad de producción. Se define como la probabilidad de que una máquina esté preparada para producción en un período de tiempo determinado, o sea que no esté parada por averías o ajustes.

Indicador de fiabilidad

Es la probabilidad de que un equipo desempeñe satisfactoriamente las funciones para las que fue diseñado, durante el período de tiempo especificado y bajo las condiciones de operaciones dadas.

Indicador de mantenibilidad

Es la probabilidad de que un equipo en estado de fallo, pueda ser reparado a una condición especificada en un período de tiempo dado, y usando unos recursos determinados. Por tanto, la media de tiempos de reparación caracteriza la mantenibilidad del equipo. [9]

2.2.7. Sistema Informático

Un sistema informático puede ser definido como un sistema de información que basa la parte fundamental de su procesamiento, en el empleo de la computación, como cualquier sistema, es un conjunto de funciones interrelacionadas, hardware, software y de Recurso Humano.

Un sistema informático normal emplea un sistema que usa dispositivos que se usan para programar y almacenar programas y datos.

Si además de la información, es capaz de almacenar y difundir los conocimientos que se generan sobre cierta temática, tanto dentro, como en el entorno de la entidad, entonces está en presencia de un sistema de gestión de información y conocimientos. Como usuario final emplea esa información en dos actividades fundamentales: la toma de decisiones y el control. [10]

2.2.8. Arquitectura N capas

El estilo arquitectural en capas (N-Layer), se basa en una distribución jerárquica de los roles y las responsabilidades para proporcionar una división efectiva de los problemas a resolver.

Los roles indican el tipo y la forma de la interacción con otras capas y la responsabilidad de las funcionalidades que se implementan.

Características:

- Descomposición de los servicios de forma que la mayoría de interacciones ocurre solo entre capas vecinas.
- Las capas de una aplicación pueden residir en la misma máquina o estar distribuidos entre varios equipos.
- Los componentes de cada capa se comunican con los componentes de otras capas a través de interfaces bien conocidos.
- Cada nivel agrega las responsabilidades y abstracciones del nivel inferior.
- Muestra una vista completa del modelo y a la vez proporciona suficientes detalles para entender las relaciones entre capas.
- No realiza ninguna suposición sobre los tipos de datos, métodos, propiedades y sus implementaciones.
- Separa de forma clara la funcionalidad de cada capa. [11]

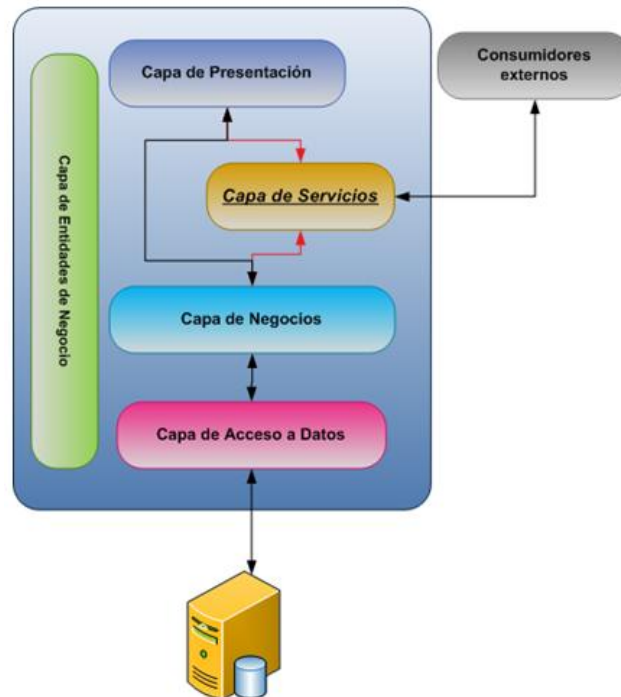


Gráfico 2.1. Solución distribuida con orientación a objetos

2.2.9. Tecnología WCF

Windows Communication Foundation (WCF) es un marco de trabajo para la creación de aplicaciones orientadas a servicios. Con WCF, es posible enviar datos como mensajes asincrónicos de un extremo de servicio a otro.

Un extremo de servicio puede formar parte de un servicio disponible continuamente hospedado por IIS, o puede ser un servicio hospedado en una aplicación.

Un extremo puede ser un cliente de un servicio que solicita datos de un extremo de servicio. Los mensajes pueden ser tan simples como un caracter o una palabra que se envía como XML, o tan complejos como una secuencia de datos binarios. [12]

Por mencionar algunas de las ventajas de trabajar con Servicios WCF tenemos:

- Seguridad: Es posible cifrar los mensajes para proteger la privacidad, así como obligar a los usuarios a que se autentiquen antes de permitirles recibir mensajes.
- Contratos De Datos: Dado que WCF se basa en .NET Framework, también incluye métodos con código sencillo para proporcionar los contratos que desea aplicar. Uno de los tipos de contrato universales es el contrato de datos.
- Interoperabilidad: WCF implementa estándares modernos de la industria para la interoperabilidad de servicios web, por lo que se hace más fácil integrarnos con tecnologías tales como:
Windows Workflow Foundation (WF), Microsoft BizTalk Server R2, Microsoft Silverlight, entre otras. [12]

2.2.10. Orientación a Servicios

Para explicar la utilidad de WCF en la creación de aplicaciones orientadas a servicios, vale aclarar, qué es un servicio y en qué consiste la orientación a servicios. La forma en que se comunican hoy en día personas, organizaciones, empresas y dispositivos es muy amplia, y esencialmente todos estos elementos del mundo interconectado o bien prestan o consumen un servicio.

Un servicio es un programa orientado a mensajes (que intercambia mensajes con otros programas), y constituyen una base para crear soluciones distribuidas. Hoy en día es casi imposible pensar en una aplicación que no se comunique con otra, por lo que la comunicación necesita ser una idea primaria en el modelo de programación.

No se trata en este caso alternativo al de la programación orientada a objetos, sino de un modelo complementario.

En .NET Remoting para desarrollar una solución distribuida usando orientación a objetos hay que trabajar sobre tipos comunes (Common Type System), como se muestra en el Gráfico 2.2.a., perdiendo entonces interoperabilidad porque todos los puntos tendrían que estar sobre .NET.

En una solución orientada a servicios se intercambian mensajes (Gráfico 2.2.b.) en lugar de invocar métodos y pasarse objetos. Esto permite que ambos puntos de la comunicación sean implementados en sistemas y plataformas diferentes.

En la práctica para crear soluciones distribuidas lo que se hace es basarse en servicios orientados a mensajes, y programar estos servicios usando orientación a objetos. La combinación perfecta. [13]

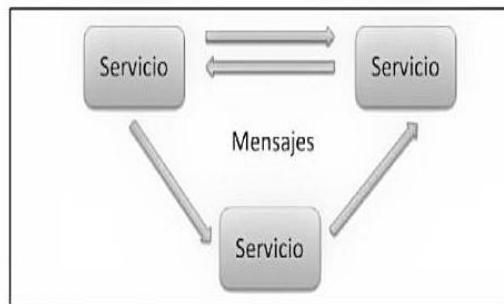


Gráfico 2.2.a. Solución distribuida con orientación a objetos

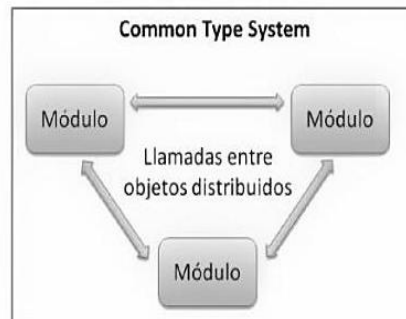


Gráfico 2.2.b. Solución distribuida con orientación a servicios

2.2.11. Beneficios de la Orientación a Servicios

Las soluciones orientadas a servicios se caracterizan esencialmente por:

- Los servicios son aislados. Cambios internos en la implementación de un servicio no implica cambiar, rehacer o reiniciar otros servicios.
- Los servicios son independientes de ubicación. Un servicio es accedido de la misma forma, así se encuentre en la misma PC o en una ubicación remota.

- Los servicios son neutrales en cuanto a protocolo, transporte y formato. Los detalles de comunicación entre dos partes son flexibles, no fijas y deben poder modificarse y/o adicionarse sin complicaciones en el servicio.
- Los servicios son independientes de plataforma e implementación. Un servicio no tiene por qué conocer detalles de la plataforma de ejecución de otro servicio para poder interactuar con él. Los esquemas y contratos intercambiados serán suficientes.

Precisamente WCF lo que hace es aprovecharse de estas características. [13]

2.2.12. Clientes, servicio y mensajes en aplicaciones orientadas a servicios

Una solución distribuida consta de varios tipos de programas y todos ellos intercambian mensajes, estos se catalogan en 3 tipos, dependiendo de su papel en la solución.

- **Cliente.** Programas que inician mensajes
- **Servicios.** Programas que responden a mensajes.
- **Intermediarios.** Programas que sirven de vía a mensajes.

Clientes

Los clientes son programas que inician mensajes, consumiendo servicios. Un cliente envía un mensaje a un servicio para lograr ejecutar alguna funcionalidad.

Servicios

Un servicio es un programa que reacciona ante mensajes, es decir, recibe mensajes de los clientes y entonces se realiza alguna acción dependiendo de la información recibida. Estas acciones pueden implicar más intercambio de mensajes para responder al cliente que envió el mensaje inicial.

Intermediarios

Un programa intermediario, recibe mensajes de un cliente y los pasa a un servicio, pero no los consume. Comúnmente este tipo de programas hace función de enrutador, puerta de enlace, monitor de tráfico, puente, etc., así que solo transportarán los mensajes.

Mensajes

Los mensajes son la base de la comunicación en una solución distribuida, en WCF los mensajes son definidos utilizando XML en una envoltura SOAP (Simple Object Access Protocol). [13]



Gráfico 2.3 Estructura de un Mensaje SOAP

2.2.13. Elementos de un servicio en WCF

La identificación o creación de cualquier servicio en WCF se identifica por las siglas:

- Address (Dirección), específica donde se encuentra ubicado el servicio.
- Binding (Enlace), define como acceder al servicio.
- Contract(Contrato), detalla cuales operaciones ofrece el servicio.

En WCF se puede tener un mismo contrato respondiendo a varias formas de enlace, y un mismo enlace para varios contratos. Así mismo, un servicio puede ser alcanzable desde varias ubicaciones. Esta libertad permite crear servicios que interactúen de múltiples formas con diversos clientes, en diferentes plataformas y usando diversas tecnologías, alcanzando una compatibilidad e interoperabilidad sin presentes teniendo en cuenta la facilidad y transparencia del proceso actual.

Los tipos de contratos son los siguientes:

- Contratos de Servicio. Este tipo de contrato describe que hace un servicio. Cada contrato de servicio ofrece un conjunto de operaciones denominadas operaciones de servicio. Un servicio debe contener al menos un contrato de servicio y puede tener más de uno. En términos de C# un contrato es un tipo (clase o interfaz) en el que los métodos son las operaciones del servicio.

Para definir el contrato y sus operaciones se utilizan los atributos **ServiceContract** y **OperationContract** respectivamente.

- Contrato de Datos. Las operaciones de un servicio aceptan tipos de datos complejos, es decir estructuras además de los conocidos tipos simples que son multiplataforma por naturaleza (cadenas, enteros, booleanos, etc.) la forma de definir estas estructuras se realiza definiendo contratos de datos. Esto debe hacerse lo más neutral posible a un lenguaje de programación de modo que los dos extremos de una comunicación no dependan de esto. Los atributos **DataContract** y **DataMember** son usados con este propósito.
- Contratos de Mensaje. Estos contratos definen como son pasados los mensajes de un extremo a otro de la comunicación. Permitiendo definir como son almacenados los datos en el cuerpo y cabecera del mensaje.

El atributo **MessageContract** especifica que la clase en cuestión es un contrato de mensaje. Mientras que los atributos, **MessageHeader** y **MessageBodyMember** marcan que contenido será colocado en la cabecera del mensaje SOAP y cual dentro del cuerpo del mismo.

Los tres tipos de contratos especificados son traducidos por WCF de forma transparente, logrando interoperabilidad y transparencia, resumiendo, estas traducciones son las siguientes:

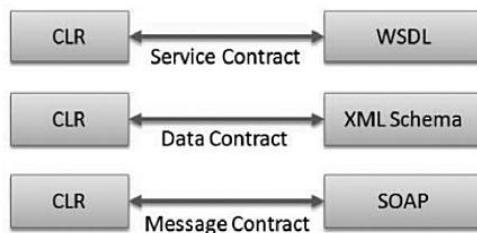


Gráfico 2.4 Relación entre el CLR y los tipos de Contratos de WCF

El entorno de ejecución de WCF se encarga de traducir estos contratos en las estructuras correspondientes en el CLR y viceversa, así este mecanismo automático permite a los desarrolladores .NET enfocarse en la solución del problema y no perder la interoperabilidad.[13]

2.2.14. Comparación de WCF con otras tecnologías

Cuando hay que decidir que tecnología usar para determinado sistema distribuido nos encontramos con varias opciones: Servicios Web XML con extensiones WSE, Microsoft Queue (MSMQ), el ambiente de ejecución Enterprise Services/COM+, y .Net Remoting.

Escoger entre uno u otra depende de que se necesite más seguridad, interoperabilidad, performance, transacciones. Y escoger una de las primeras tecnologías mencionadas conlleva a sacrificar seguridad, performance, u otros aspectos del desarrollo. Estos inconvenientes nos plantean el porqué de la utilidad de WCF:

Cuando sea necesario crear aplicaciones conectadas: Actualmente la conectividad es la primera consideración en la arquitectura de un Sistema Distribuido. La orientación

aservicios ayuda a lograrlo. WCF se diseñó desde sus inicios con la orientación a servicios en la mente.

Modelo de programación unificado: Con frecuencia los desarrolladores de aplicaciones tienen que escoger entre múltiples tecnologías, cada una con un único modelo de programación; una tecnología para llamar a procedimientos remotos, otra para queuing, otra para componentes transaccionales y otras para lograr interoperabilidad entre plataformas. WCF provee un solo modelo de programación para la comunicación.

Requisitos amplios de interoperabilidad: La interoperabilidad entre plataformas se ha vuelto una necesidad obligatoria de todas las aplicaciones conectadas. WCF usa los protocolos estándares de la industria que permiten a este interoperar con cualquier plataforma que soporte estos protocolos. [14]

Cuadro comparativo

Aspectos	Web Services	WCF
Comunicación	Son independientes de la plataforma y lenguaje, y no se preocupan por la aplicación que lo consume. Pero tiene restricciones del protocolo HTTP.	Puede alojarse en el entorno Windows, y también puede ser utilizado por clientes de diferentes idiomas y diferentes plataformas.
Definición de datos	Se basa en la definición de los datos, serializa y deserializa objetos en documentos XML. Utiliza la clase XmlSerializer . En cuanto al rendimiento, se le considera lento.	Utiliza las propiedadesDataContractAttribute yDataMemberAttribute para traducir los tipos del Framework en XML, tiene un mejor rendimiento frente a XMLserialization.
Enlaces	Los ServiciosWeb sólo son compatibles con HTTP.	WCF admite varios enlaces HTTP, TCP, MSMQ, WS-HTTP, etc.
Alojamiento	Puede alojarse únicamente en IIS.	Pueden alojarse en IIS, WAS, servicios Windows o estar auto alojados
Seguridad	Aprovechar las ventajas de las características de seguridad integradas en IIS	El mismo Framework en WCF ofrece las herramientas necesarias para la seguridad del servicio.

Tabla.2.1. Comparación de WCF con otras tecnologías [15]

De acuerdo al cuadro comparativo investigado, se decidió implementar la tecnología orientada a servicios WCF, ya que cuenta con un alto rendimiento, mayor robustez con respecto a seguridad y el alojamiento de los servicios se realizan de diferente forma, además permite conectarse con clientes de distintas plataformas y lenguajes permitiendo la interoperabilidad que admitirá al sistema ser escalable en el tiempo.

2.2.15. Metodología RUP

Rational Unified Process (RUP) es un proceso de Ingeniería de Software planteado por Kruchten (1996) cuyo objetivo es producir software de alta calidad, es decir, que cumpla con los requerimientos de los usuarios dentro de una planificación y presupuesto establecidos. Cubre el ciclo de vida de desarrollo de software.

RUP toma en cuenta las mejores prácticas en el modelo de desarrollo de software en particular las siguientes:

- Desarrollo de software en forma iterativa (repite una acción).
- Manejo de requerimientos.
- Utiliza arquitectura basada en componentes.
- Modela el software visualmente (Modela con Unified Modeling Language, UML)
- Verifica la calidad del software.
- Controla los cambios. [16]

Mejores Prácticas	Descripción
Desarrollo de software iterativo	Soporta un modelo de desarrollo iterativo, maneja puntos de alto riesgo en cada etapa del ciclo de vida, reduce significativamente el perfil de riesgo de un proyecto. Cada iteración termina con una versión de prueba ejecutable del software. Este modelo iterativo se aprecia en la <i>Figura 1-2</i> .
Gestión de requerimientos	Describe sistemáticamente la forma de obtener, organizar y documentar funcionalidades requeridas y sus restricciones; además de capturar y comunicar fácilmente los requerimientos del negocio. Los casos de uso y escenarios del proceso son una excelente forma de capturar los requerimientos funcionales y asegurar que estos manejen el diseño, implementación y pruebas de software.
Uso de arquitecturas basadas en componentes	La arquitectura basada en componentes crea un sistema que es fácilmente extensible, intuitivamente comprensible y que promueve la reutilización del software. Un componente muchas veces se relaciona a un conjunto de objetos en la programación orientada a objetos.
Modelamiento visual del software	Este proceso muestra la abstracción de la programación desde su código para capturar la estructura y comportamiento de arquitecturas y componentes, permitiendo conseguir una fotografía total de la solución.
Verificación de la calidad de software	La calidad debería ser revisada con respecto a los requerimientos, basado en la confiabilidad, funcionalidad, rendimiento de cada módulo y del sistema. RUP ayuda en la planificación, diseño, implementación, ejecución, y evaluación de las pruebas de calidad.
Control de cambios de software	RUP define métodos para controlar, cuantificar y monitorear cambios. RUP también define espacios de trabajo seguro, garantizando un sistema de ingeniería de software que no se verá afectada por cambios en otros sistemas.

Fuente: SÁNCHEZ, Francisco. TITUANA, Ricardo, Desarrollo de un sistema para determinar la ubicación geográfica de adolescentes utilizando dispositivos móviles, Quito, 2006.
Elaborado por: SÁNCHEZ, Francisco. TITUANA, Ricardo.

Gráfico 2.5 Metodología RUP – mejores prácticas[17]

2.2.16. Fases de la metodología RUP

La metodología RUP consta de las siguientes fases:

Fase de Inicio

Está principalmente dirigida al entendimiento de los requerimientos y determinar el alcance del esfuerzo de desarrollo. Se define la idea, la visión y el alcance del proyecto. Esta fase incluye la fase de análisis y diseño que menciona Galvis (2000) en su método de desarrollo de materiales multimedia interactivos.

Fase de Elaboración

Planificar las actividades necesarias y los recursos requeridos, especificando las características y el diseño de la arquitectura del software. Esta fase culmina con la arquitectura del ciclo de vida.

Fase de Construcción

Desarrollar el producto y evolucionar la visión; la arquitectura y los planes hasta que el producto en una primera versión esté listo para ser enviado a la comunidad de usuarios. Esta fase culmina con la capacidad inicial de operación.

Fase de Transición

Realizar la transición del producto a los usuarios, lo cual incluye: manufactura, envío, entrenamiento, soporte y mantenimiento del producto hasta que el cliente esté satisfecho. Esta fase culmina con la versión de producto, la cual a su vez concluye el ciclo. [16]

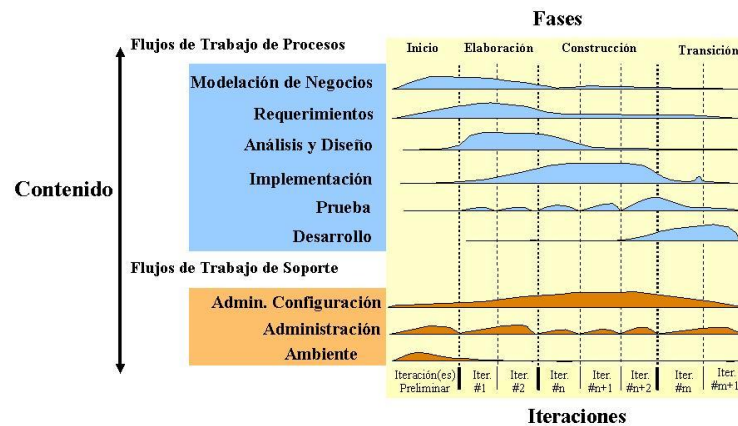


Gráfico 2.6 Fases de la metodología RUP

2.2.17. Comparación de RUP con otras metodologías

El siguiente cuadro comparativo entre las metodologías servirá de apoyo para la selección de la metodología de desarrollo para el proyecto.

	RUP	XP
Desarrollo de software iterativo	✓	✓
La calidad como un objetivo	✓	
Verificación continua de la calidad	✓	✓
Requerimientos del cliente	✓	✓
Arquitectura conducida	✓	✓
Enfocado en equipo	✓	✓
Programación en par		✓
Adaptación con restricciones	✓	
Administración de cambios y configuraciones	✓	
Administración del riesgo		
Experiencia de los desarrolladores		

Fuente: SANCHEZ, Francisco. TITUANA, Ricardo, Desarrollo de un sistema para determinar la ubicación geográfica de adolescentes utilizando dispositivos móviles, Quito, 2006.
Elaborado por: SANCHEZ, Francisco. TITUANA, Ricardo.

Gráfico 2.7 Comparación de RUP con otras metodologías

El cuadro comparativo muestra que la metodología RUP, cumple con casi todas las características que un proyecto de desarrollo debe cumplir. [17]

2.2.18. El reporte de CAOS

Sobre la base de los resultados de la dirección de proyectos en compañías de informática se realizó el estudio “The Chaos Report” (Standish Group) que observa de todos los proyectos estudiados, qué cantidad fueron finalizados exitosamente y cuántos no llegaron a cumplir con algunos o todos los objetivos. Y lo más interesante es que hace un análisis de los motivos que originaron esos “fracasos”, permitiéndonos poner foco en ellos al dirigir nuevos proyectos. [18]

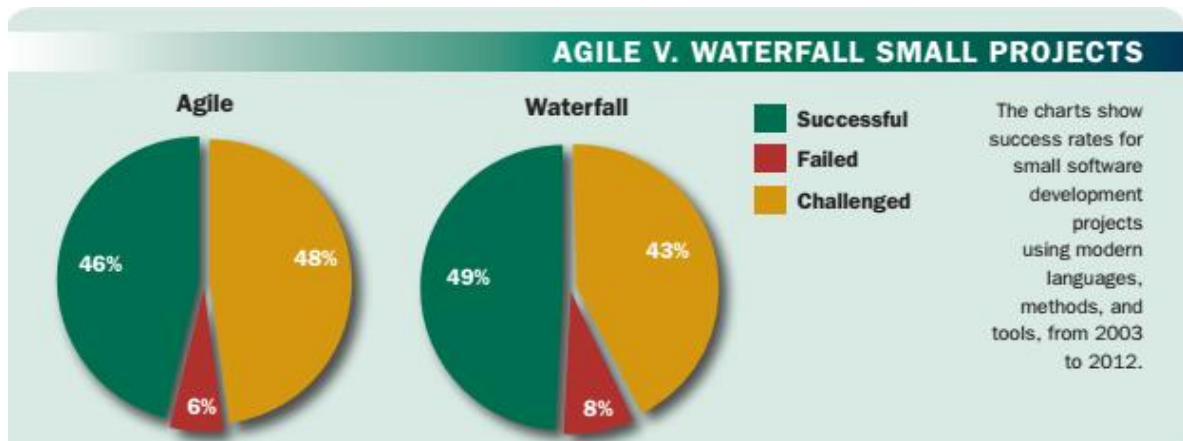


Gráfico 2.8 Comparación metodologías tradicionales y ágiles [19]

De acuerdo al estudio realizado en el reporte de CAOS, indica que la implementación de metodologías tradicionales han sido más exitosas que las metodologías ágiles en proyectos pequeños (Costo: menor a un millón).

Al tratarse de un proyecto pequeño y que empieza desde cero, es necesario llevar la documentación completa y realizar el modelado de los procesos para que permita la interacción con el cliente desde el análisis del proyecto.

Basándose en el cuadro comparativo y en el gráfico del reporte de CAOS, se ha escogido el uso de la metodología tradicional más utilizada, como lo es RUP para el desarrollo del sistema.

2.2.19. Estándar IEEE 830

El estándar 830-1998 fue generado por un equipo de trabajo del IEEE, su finalidad es la integración de los requerimientos del sistema desde la perspectiva del usuario, cliente y desarrollador.

El estándar 830 se encarga de poner las pautas para identificar y esquematizar los requerimientos de software como parte integral del desarrollo de software, sino también como base fundamental de este, todo esto con el fin de no caer en cambios, errores o situaciones que pongan en peligro la creación de una solución, producto o software; incurriendo en gastos o cambios, producto de un mal análisis de requerimientos. [20]

2.3. Propuesta de Solución

Implementar un sistema de control de mantenimiento de equipos médicos que permita disponer de información actualizada de los procesos de control de funcionamiento de equipos y una oportuna toma de decisiones.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Modalidad de la investigación

La presente investigación considerará las modalidades detalladas de la siguiente forma:

De campo porque se acudirá al lugar de los hechos, es decir en el Hospital IESS de la ciudad de Ambato, como también aplicará una entrevista y observación en el mismo campo.

Bibliográfica-Documental, ya que se sustentará en artículos científicos, libros físicos y digitales, internet, tesis, como fuentes de información y para comparar información con el tema a investigar.

3.2. Población y muestra

Por la característica del proyecto no es necesario definir población.

3.3. Recolección de información

Para la recolección, procesamiento y análisis de la información, se aplicará el método de observación y entrevista, para de esta manera conocer de mejor manera la problemática que ocurre y poder determinar los procesos a mejorar.

La recolección de información se llevará a cabo en el Hospital IESS de la ciudad de Ambato, la entrevista se realizará al ingeniero encargado de la gestión de equipos médicos. También se usará información recolectada a través de libros e internet.

3.4. Procesamiento y análisis de datos

Para el procesamiento y análisis de la información se aplicará los siguientes procedimientos:

1. Obtener la información sobre los procesos actuales.
2. Analizar la información obtenida.
3. Diseño de los procesos.
4. Desarrollo de un sistema informático.
5. Implementación del sistema.

3.5. Desarrollo del proyecto

1. Inicio
 - 1.1. Levantamiento de requerimientos.
 - 1.1.1. Realización de entrevistas.
 - 1.1.2. Observación de procesos.
 - 1.1.3. Diseño de Caso de Uso.
 - 1.2. Establecimiento del alcance del sistema.
2. Elaboración
 - 2.1. Elaboración de diagrama de clases.
 - 2.2. Elaboración de diagrama de secuencias.
 - 2.3. Elaboración de diagrama de estados.
 - 2.4. Diseño de arquitectura.
 - 2.5. Diseño de interfaces.

3. Construcción
 - 3.1 Desarrollo de sistema.
 - 3.2 Pruebas de desarrollo.
4. Transición
 - 4.1 Pruebas Finales de aceptación.
 - 4.2 Puesta de producción.

CAPÍTULO IV

LA PROPUESTA

Para concretar el desarrollo de la propuesta, se tomó como guía los objetivos específicos planteados, por cada objetivo específico se realizan pasos concretos como se detallan a continuación:

4.1. Primera fase: Inicio

Objetivo 1: Revisión del proceso actual del mantenimiento de equipos médicos del hospital IESS de la ciudad de Ambato

4.1.1. Levantamiento de requerimientos.

Realización de entrevistas.

Para la revisión del proceso actual se realizó una entrevista (Anexo1) al jefe de mantenimientos.

Observación de procesos.

Mediante la observación de procesos en el campo de investigación, se pudo identificar claramente la gestión que se lleva en el mantenimiento de los equipos médicos, tanto los usuarios que intervienen como los informes con los que trabajan. De esta manera se estructuran las funcionalidades que deberá llevar el sistema informático.

La herramienta utilizada para la observación de procesos es la guía de observación que se adjunta como anexo (Anexo 2).

A continuación se detallan los procedimientos realizados, mediante el diagrama de actividades:

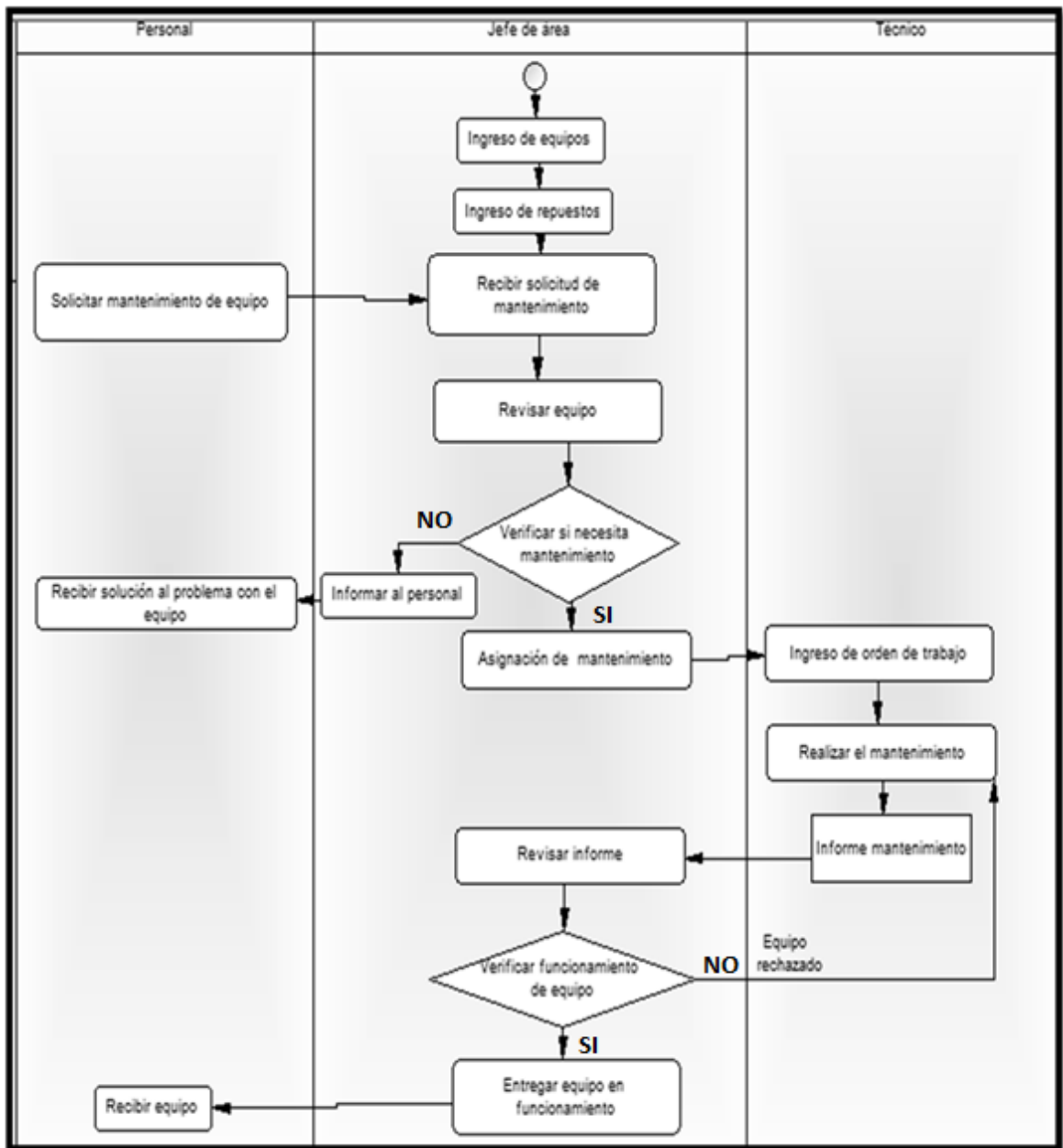


Gráfico 4.1 Diagrama de actividades

Objetivo 2: Establecimiento de los requerimientos y alcance para el desarrollo del sistema informático de control de mantenimiento de equipos médicos del hospital IESS de la ciudad de Ambato.

El investigador utilizó la norma IEEE 830 como base para la especificación de requerimientos para la elaboración de la propuesta.

Levantamiento y especificación de requerimientos según el estándar de la IEEE 830

A) Introducción

Por medio de este documento, se manifiesta los requerimientos para el sistema a desarrollar, de igual manera poner en conocimiento al interesado sobre los procesos que se pondrán en marcha para la realización del mismo.

a. Propósito

El hospital IESS-Ambato con el afán de sistematizar los procesos que se realizan en el mantenimiento de los equipos médicos, encuentra la necesidad de implementar un sistema de software que mejore el control de los mismos, ya que en la actualidad la información se almacena en documentos de texto y en hojas de cálculo.

El presente documento de Especificación de Requisitos de Software (ERS) va dirigido a los técnicos encargados de los procesos sistematizados y al jefe del área de mantenimiento para su revisión.

b. Ámbito del sistema

El nombre del sistema será “Sistema de Mantenimiento de Equipo Médicos”.

Es importante resaltar que el sistema gestionará los datos del mantenimiento que se realizan a los equipos médicos, para disponer de información en tiempo óptimo de equipos, repuestos, ubicación de equipos, órdenes de trabajo y mantenimientos, lo cual beneficia a los técnicos al momento de justificar el tiempo empleado en las actividades realizadas.

El sistema constará de cuatro módulos:

- SEGURIDADES
- ADMINISTRACION
- INVENTARIO
- MANTENIMIENTO

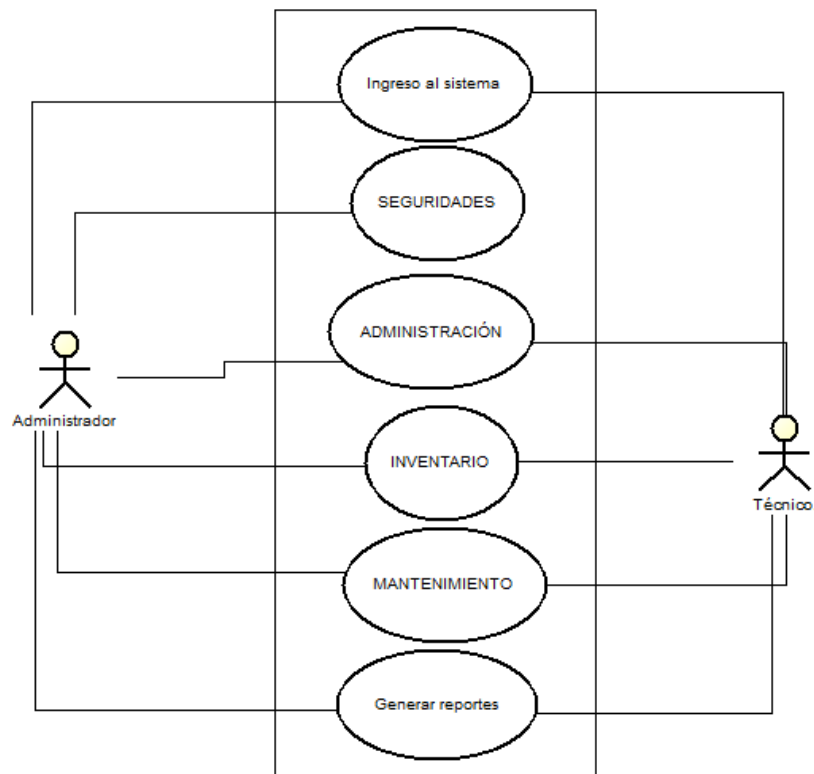


Gráfico 4.2 Caso de uso general

c. Visión General del Documento

El presente documento de requerimientos consta de los ámbitos que tendrá el Sistema de Mantenimiento de Equipos Médicos, una descripción general del sistema con las perspectivas, funciones, características de los usuarios y varias restricciones.

También están detallados los requisitos específicos como interfaz externa, requisitos funcionales, de rendimiento, de diseño, también se presenta los atributos del sistema. Para sustentar los procesos descritos en este documento están incluidos los diferentes anexos.

B) Descripción General

a. Funciones del Producto

El sistema está en la capacidad de cumplir con las siguientes funciones en el área de mantenimiento del hospital IESS- Ambato:

Módulo de Seguridades:

- Ingresar, actualizar y eliminar información de usuarios, roles, asignación de roles, menús, permisos a menús, cambio de contraseña por aparte del administrador.
- Cambio de contraseña del usuario que ingresó al sistema.

Módulo de Administración:

- Ingresar, actualizar información de áreas, campos de aplicación, tipos de equipos, de mantenimientos y responsables de equipos.

Módulo de Inventario:

- Ingresar, actualizar información de equipos médicos, repuestos y herramientas que han sido entregados al área de mantenimiento por parte del departamento financiero.
- Ingresar información de las asignaciones de los equipos a los diferentes campos de aplicación.
- Ingreso de mantenimiento programado a los equipos.
- Dar de baja a un equipo.
- Actualizar cantidad de repuestos disponibles por parte del administrador.

Módulo de Mantenimiento:

- Ingresar órdenes de trabajo de equipos, para su posterior revisión.
- El sistema generará un informe al momento de asignar una orden a un técnico, el cual servirá como sustento de que el equipo ingresó a mantenimiento.
- Ingresar los mantenimientos que serán realizados.
- Ingresar mantenimientos programados para los equipos médicos.
- El sistema generará un informe al momento de culminar el mantenimiento de un equipo, el cual servirá como sustento de que al equipo se ha realizado el mantenimiento requerido.

Reportes:

El sistema generará los siguientes reportes:

- Mantenimientos por estado, por equipo y rango de fechas.
- Equipos por estado, por tipo, con o sin garantía.

- Repuestos
- Herramientas
- Informe de ingreso de un equipo a mantenimiento.
- Informe de entrega de un equipo.

b. Características de los Usuarios

- El administrador del sistema, que será el jefe de mantenimiento.
- Los técnicos que tendrán acceso a los procesos.

c. Restricciones

- El área de mantenimiento cuenta con equipos con las características mínimas necesarias para el correcto funcionamiento del sistema, pero no garantiza el soporte adecuado en cuanto a su escalabilidad progresiva.
- El Hospital IESS cuenta con políticas de acceso a las diferentes áreas médicas por lo que existirán restricciones para la instalación del sistema en las computadoras que se encuentren en áreas no accesibles.

C) Requerimientos Específicos

a. Interfaces Externas

Interfaces de usuario

La interfaz de usuario estará conformada por:

- Un menú dinámico de acuerdo a los permisos establecidos por cada rol.
- Formularios del tipo MDI.

- La organización y visualización será idéntica en todas ventanas, para una fácil comprensión, aprendizaje y uso.

Interfaces de hardware

El sistema no trabajará con dispositivos adicionales al computador, por lo que no nos preocuparemos por interfaces de conexión externas.

Será necesario ocupar elementos como el teclado, el mouse, el monitor que son elementos que conforman un equipo de computación. Sin embargo necesitaremos de una impresora útil para la impresión de reportes generados desde el sistema informático.

Interfaces de software

- El sistema será instalado bajo una plataforma Windows, con dos clases de usuarios, el administrador y el técnico.
- El software utilizado para el ambiente de desarrollo, será libre.
- La institución cuenta con las licencias del sistema operativo Windows 7, necesario para la ejecución del sistema.
- El lenguaje de programación que se utilizará es C#.
- Los protocolos de comunicación que se utilizarán serán el conjunto de protocolos de la familia TCP/IP.
- El motor de base de datos que se utilizará para este sistema será SQL Server 2008 Express.
- El acceso directo a la base de datos será restringido a los usuarios del sistema, únicamente a las personas o empresas que den soporte al sistema deberán tener acceso directo a la base de datos.

b. Funciones

Las funciones del sistema serán descritas por medio de diagramas de Caso de uso, que documentan el comportamiento de un sistema desde el punto de vista del usuario.

Diagramas de Caso de Uso

El diagrama de casos de uso representa la forma en cómo un Cliente (Actor) opera con el sistema en desarrollo, además de la forma, tipo y orden en como los elementos interactúan (operaciones o casos de uso).

MÓDULO: SEGURIDADES

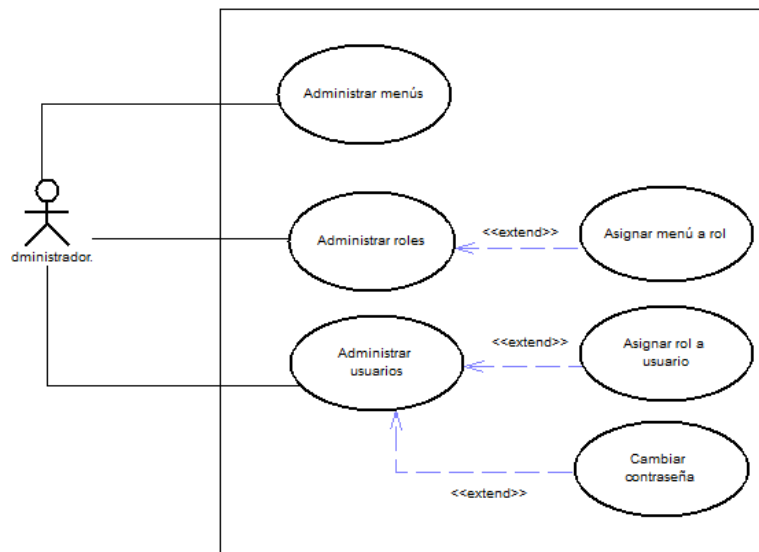


Gráfico 4.3 Caso de uso Módulo Seguridades

Especificaciones de Casos de Uso

Se especifica a continuación los diferentes casos de uso identificados, con el fin de tener una idea detallada de los mismos.

Caso de Uso: Ingresar al sistema
<p>Descripción:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Permite ingresar al sistema y visualizar el menú según el tipo de usuario. <p>Actores:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Usuario con el rol: administrador, técnico. <p>Precondiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El usuario debe registrarse en el sistema según su rol. <p>Flujo Normal:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El actor ingresa su nombre de usuario y contraseña. • Pulsar el botón Ingresar. <p>Flujo Alternativo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El sistema verifica que el nombre de usuario y contraseña sean válidos. <ul style="list-style-type: none"> ○ Si los datos son incorrectos muestra un mensaje de error. <p>Pos condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El actor ingresa al menú principal según su rol.
Tabla.4.1. Especificación Ingresar al sistema

Caso de Uso: Administrar usuarios
<p>Descripción:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Consultar, agregar, actualizar usuarios del sistema. <p>Actores:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Usuario con el rol: administrador. <p>Precondiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El usuario debe estar registrado en el sistema como administrador. <p>Flujo Normal:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ingresar a la opción Usuarios. <ul style="list-style-type: none"> ○ Aparece una pantalla con los registros. • Pulsar el botón Nuevo: <ul style="list-style-type: none"> ○ Aparece una ventana con los controles para ingreso de datos. ○ Pulsar el botón Guardar. • Pulsar el botón Editar: <ul style="list-style-type: none"> ○ Aparece una ventana con los datos a ser modificados. ○ Pulsar el botón Guardar. <p>Flujo Alternativo:</p>

<ul style="list-style-type: none"> • El sistema verifica que los campos ingresados sean válidos. <ul style="list-style-type: none"> ○ Si los datos son incorrectos muestra un mensaje de error. <p>Pos condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Registros almacenados, actualizados o consultados.
Tabla.4.2. Especificación administrar usuarios

Caso de Uso: Administrar roles
<p>Descripción:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Consultar, agregar, actualizar roles del sistema. <p>Actores:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Usuario con el rol: administrador. <p>Precondiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El usuario debe estar registrado en el sistema como administrador. <p>Flujo Normal:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ingresar a la opción Roles. <ul style="list-style-type: none"> ○ Aparece una pantalla con los registros. • Pulsar el botón Nuevo: <ul style="list-style-type: none"> ○ Aparece una ventana con los controles para ingreso de datos. ○ Pulsar el botón Guardar. • Pulsar el botón Editar: <ul style="list-style-type: none"> ○ Aparece una ventana con los datos a ser modificados. ○ Pulsar el botón Guardar. <p>Flujo Alternativo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El sistema verifica que los campos ingresados sean válidos. <ul style="list-style-type: none"> ○ Si los datos son incorrectos muestra un mensaje de error. <p>Pos condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Registros almacenados, actualizados, consultados.
Tabla.4.3. Especificación administrar roles
Caso de Uso: Administrar menús
<p>Descripción:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Consultar, agregar, actualizar menús del sistema. <p>Actores:</p>

<ul style="list-style-type: none"> • Usuario con el rol: administrador. <p>Precondiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El usuario debe estar registrado en el sistema como administrador. <p>Flujo Normal:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ingresar a la opción Menús. <ul style="list-style-type: none"> ○ Aparece una pantalla con los registros. • Pulsar el botón Nuevo: <ul style="list-style-type: none"> ○ Aparece una ventana con los controles para ingreso de datos. ○ Pulsar el botón Guardar. • Pulsar el botón Editar: <ul style="list-style-type: none"> ○ Aparece una ventana con los datos a ser modificados. ○ Pulsar el botón Guardar. <p>Flujo Alternativo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El sistema verifica que los campos ingresados sean válidos. <ul style="list-style-type: none"> ○ Si los datos son incorrectos muestra un mensaje de error. <p>Pos condiciones:</p> <p>Registros almacenados, actualizados, consultados.</p>
Tabla.4.4. Especificación administrar menús

Caso de Uso: Asignar rol a usuario
<p>Descripción:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Consultar, agregar, actualizar roles a usuarios del sistema. <p>Actores:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Usuario con el rol: administrador. <p>Precondiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El usuario debe estar registrado en el sistema como administrador. <p>Flujo Normal:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ingresar a la opción Usuarios. <ul style="list-style-type: none"> ○ Seleccionar un usuario de la lista • Pulsar el botón Asignación roles. <ul style="list-style-type: none"> ○ Aparece una ventana con los roles disponibles. ○ Seleccionar el rol. ○ Pulsar botón Agregar: ○ Muestra el rol en la lista de roles seleccionados.

<ul style="list-style-type: none"> • Pulsar el botón Guardar <p>Pos condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Registros almacenados, actualizados, consultados.
Tabla.4.5. Especificación asignar rol a usuario

Caso de Uso: Asignar menú a rol
<p>Descripción:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Consultar, agregar, actualizar permisos del sistema. <p>Actores:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Usuario con el rol: administrador. <p>Precondiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El usuario debe estar registrado en el sistema como administrador. <p>Flujo Normal:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ingresar a la opción Roles. <ul style="list-style-type: none"> ○ Seleccionar un rol de la lista • Pulsar el botón Asignación de permisos. <ul style="list-style-type: none"> ○ Aparece una ventana con los menús disponibles. ○ Seleccionar el menú. ○ Pulsar botón Agregar: ○ Muestra el menú en la lista de menús seleccionados. • Pulsar el botón Guardar. <p>Pos condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Registros almacenados, actualizados, consultados.
Tabla.4.6. Especificación asignar menú a rol
Caso de Uso: Cambiar contraseña
<p>Descripción:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Actualizar contraseña de un usuario. <p>Actores:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Usuario con el rol: administrador. <p>Precondiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El usuario debe estar registrado en el sistema como administrador. <p>Flujo Normal:</p>

- Ingresar a la opción Usuarios.
 - Seleccionar un usuario de la lista
- Pulsar el botón Cambiar contraseña.
 - Aparece una ventana para ingreso de datos.
- Pulsar el botón Guardar.

Pos condiciones:

- Registro actualizado.

Tabla.4.7. Especificación Cambiar contraseña

MÓDULO: ADMINISTRACIÓN

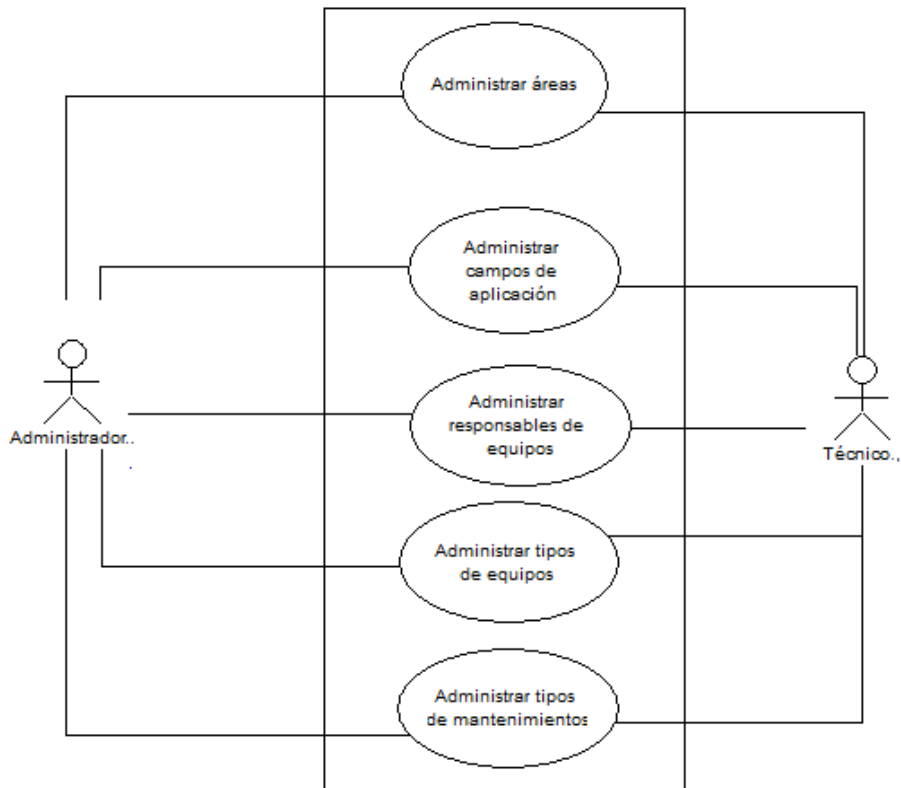


Gráfico 4.4 Caso de uso Módulo Administración

Especificaciones de Casos de Uso

Se especifica a continuación los diferentes casos de uso identificados, con el fin de tener una idea detallada de los mismos.

Caso de Uso: Administrar áreas
<p>Descripción: Consultar, agregar, actualizar áreas del sistema.</p> <p>Actores:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Usuario con el rol: técnico, administrador. <p>Precondiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El usuario debe estar registrado en el sistema como técnico o administrador. <p>Flujo Normal:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ingresar a la opción Áreas. <ul style="list-style-type: none"> ○ Aparece una pantalla con los registros. • Pulsar el botón Nuevo: <ul style="list-style-type: none"> ○ Aparece una ventana con los controles para ingreso de datos. ○ Pulsar el botón Guardar. • Pulsar el botón Editar: <ul style="list-style-type: none"> ○ Aparece una ventana con los datos a ser modificados. ○ Pulsar el botón Guardar. <p>Flujo Alternativo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El sistema verifica que los campos ingresados sean válidos. <ul style="list-style-type: none"> ○ Si los datos son incorrectos muestra un mensaje de error. <p>Pos condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Registros almacenados, actualizados, consultados.
Tabla.4.8. Especificación administrar áreas

Caso de Uso: Administrar campos de aplicación
<p>Descripción: Consultar, agregar, actualizar campos de aplicación del sistema.</p> <p>Actores:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Usuario con el rol: técnico, administrador. <p>Precondiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El usuario debe estar registrado en el sistema como técnico o administrador. <p>Flujo Normal:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ingresar a la opción Campos de aplicación. <ul style="list-style-type: none"> ○ Aparece una pantalla con los registros. • Pulsar el botón Nuevo:

<ul style="list-style-type: none"> ○ Aparece una ventana con los controles para ingreso de datos. ○ Pulsar el botón Guardar. ● Pulsar el botón Editar: <ul style="list-style-type: none"> ○ Aparece una ventana con los datos a ser modificados. ○ Pulsar el botón Guardar. <p>Flujo Alternativo:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● El sistema verifica que los campos ingresados sean válidos. <ul style="list-style-type: none"> ○ Si los datos son incorrectos muestra un mensaje de error. <p>Pos condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Registros almacenados, actualizados, consultados.
Tabla.4.9. Especificación administrar campos de aplicación
Caso de Uso: Administrar tipos de equipos
<p>Descripción:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Consultar, agregar, actualizar tipos de equipos del sistema. <p>Actores:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Usuario con el rol: técnico, administrador. <p>Precondiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● El usuario debe estar registrado en el sistema como técnico o administrador. <p>Flujo Normal:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Ingresar a la opción Tipos de equipos. <ul style="list-style-type: none"> ○ Aparece una pantalla con los registros. ● Pulsar el botón Nuevo: <ul style="list-style-type: none"> ○ Aparece una ventana con los controles para ingreso de datos. ○ Pulsar el botón Guardar. ● Pulsar el botón Modificar: <ul style="list-style-type: none"> ○ Aparece una ventana con los datos a ser modificados. ○ Pulsar el botón Guardar. <p>Flujo Alternativo:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● El sistema verifica que los campos ingresados sean válidos. <ul style="list-style-type: none"> ○ Si los datos son incorrectos muestra un mensaje de error. <p>Pos condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Registros almacenados, actualizados, consultados.
Tabla.4.10. Especificación administrar tipos de equipos

Caso de Uso: Administrar campos de aplicación
<p>Descripción: Consultar, agregar, actualizar campos de aplicación del sistema.</p> <p>Actores:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Usuario con el rol: técnico, administrador. <p>Precondiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El usuario debe estar registrado en el sistema como técnico o administrador. <p>Flujo Normal:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ingresar a la opción Campos de aplicación. <ul style="list-style-type: none"> ○ Aparece una pantalla con los registros. • Pulsar el botón Nuevo: <ul style="list-style-type: none"> ○ Aparece una ventana con los controles para ingreso de datos. ○ Pulsar el botón Guardar. • Pulsar el botón Editar: <ul style="list-style-type: none"> ○ Aparece una ventana con los datos a ser modificados. ○ Pulsar el botón Guardar. <p>Flujo Alternativo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El sistema verifica que los campos ingresados sean válidos. <ul style="list-style-type: none"> ○ Si los datos son incorrectos muestra un mensaje de error. <p>Pos condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Registros almacenados, actualizados, consultados.
Tabla.4.11. Especificación administrar campos de aplicación
Caso de Uso: Administrar responsables de equipos
<p>Descripción:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Consultar, agregar, actualizar responsables de equipos del sistema. <p>Actores:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Usuario con el rol: técnico, administrador. <p>Precondiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El usuario debe estar registrado en el sistema como técnico o administrador. <p>Flujo Normal:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ingresar a la opción Tipos de equipos. <ul style="list-style-type: none"> ○ Aparece una pantalla con los registros.

<ul style="list-style-type: none"> • Pulsar el botón Nuevo: <ul style="list-style-type: none"> ○ Aparece una ventana con los controles para ingreso de datos. ○ Pulsar el botón Guardar. • Pulsar el botón Modificar: <ul style="list-style-type: none"> ○ Aparece una ventana con los datos a ser modificados. ○ Pulsar el botón Guardar. <p>Flujo Alternativo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El sistema verifica que los campos ingresados sean válidos. <ul style="list-style-type: none"> ○ Si los datos son incorrectos muestra un mensaje de error. <p>Pos condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Registros almacenados, actualizados, consultados.
Tabla.4.12. Especificación administrar tipos de equipos
Caso de Uso: Administrar tipos de mantenimientos
<p>Descripción:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Consultar, agregar, actualizar tipos de mantenimientos del sistema. <p>Actores:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Usuario con el rol: técnico, administrador. <p>Precondiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El usuario debe estar registrado en el sistema como técnico o administrador. <p>Flujo Normal:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ingresar a la opción Tipos de mantenimientos. <ul style="list-style-type: none"> ○ Aparece una pantalla con los registros. • Pulsar el botón Nuevo: <ul style="list-style-type: none"> ○ Aparece una ventana con los controles para ingreso de datos. ○ Pulsar el botón Guardar. • Pulsar el botón Editar: <ul style="list-style-type: none"> ○ Aparece una ventana con los datos a ser modificados. ○ Pulsar el botón Guardar. <p>Flujo Alternativo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El sistema verifica que los campos ingresados sean válidos. <ul style="list-style-type: none"> ○ Si los datos son incorrectos muestra un mensaje de error. <p>Pos condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Registros almacenados, actualizados, consultados.
Tabla.4.13. Especificación administrar tipos de mantenimientos

MÓDULO: INVENTARIO

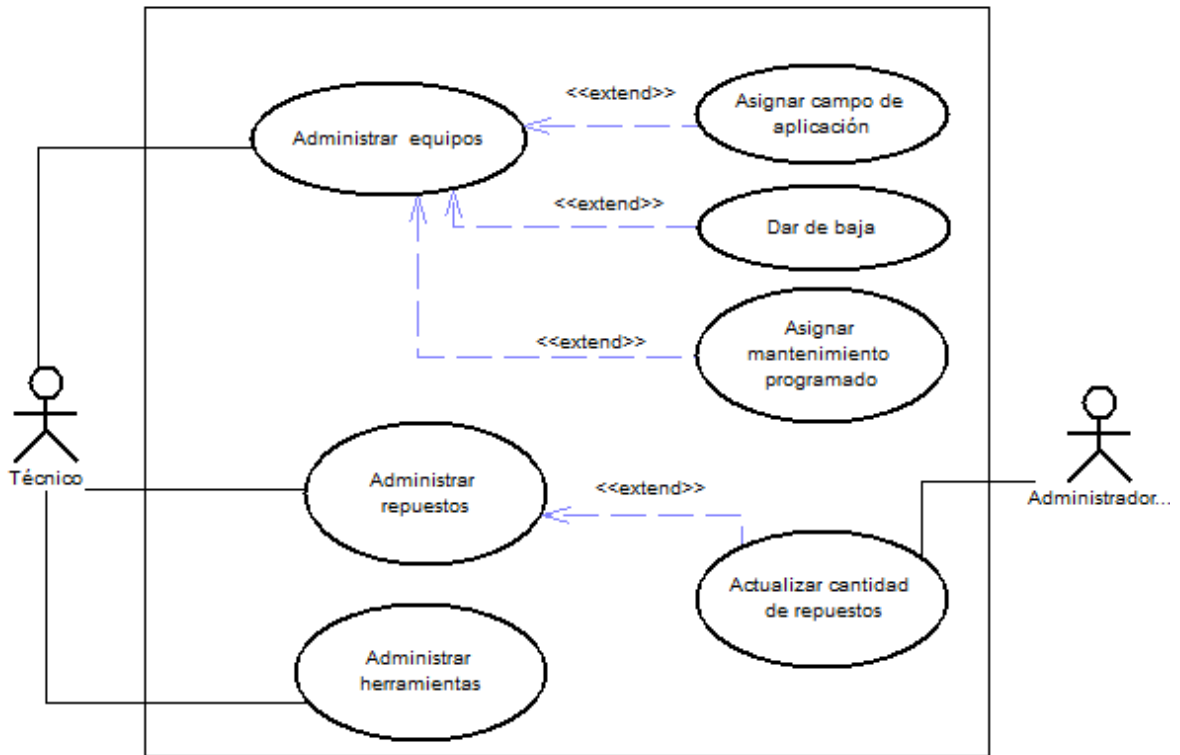


Gráfico 4.5 Caso de uso Módulo Inventario

Especificaciones de Casos de Uso

Se especifica a continuación los diferentes casos de uso identificados, con el fin de tener una idea detallada de los mismos.

Caso de Uso: Administrar equipos
Descripción: <ul style="list-style-type: none">• Consultar, agregar, actualizar equipos del sistema.
Actores: <ul style="list-style-type: none">• Usuario con el rol: técnico.

<p>Precondiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El usuario debe estar registrado en el sistema como técnico. <p>Flujo Normal:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ingresar a la opción Equipo. <ul style="list-style-type: none"> ○ Aparece una pantalla con los registros. • Pulsar el botón Nuevo: <ul style="list-style-type: none"> ○ Aparece una ventana con los controles para ingreso de datos. ○ Pulsar el botón Guardar. • Pulsar el botón Editar: <ul style="list-style-type: none"> ○ Aparece una ventana con los datos a ser modificados. ○ Pulsar el botón Guardar. <p>Flujo Alternativo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El sistema verifica que los campos ingresados sean válidos. <ul style="list-style-type: none"> ○ Si los datos son incorrectos muestra un mensaje de error. <p>Pos condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Registros almacenados, actualizados, consultados.
Tabla.4.14. Especificación administrar equipos
Caso de Uso: Dar de baja
<p>Descripción:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dar de baja a los equipos ingresados en el sistema. <p>Actores:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Usuario con el rol: técnico. <p>Precondiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El usuario debe estar registrado en el sistema como técnico. <p>Flujo Normal:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ingresar a la opción Equipos. <ul style="list-style-type: none"> ○ Seleccionar un equipo de la lista • Pulsar el botón Dar de baja. <ul style="list-style-type: none"> ○ Aparece una ventana de confirmación. ○ Pulsar botón Ok. <p>Flujo Alternativo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El sistema verifica que los equipos aún no estén dados de baja. <ul style="list-style-type: none"> ○ Si equipo ya está dado de baja muestra un mensaje de error. <p>Pos condiciones:</p>

<ul style="list-style-type: none"> • Registro actualizado.
Tabla.4.15. Especificación Dar de baja
Caso de Uso: Asignar campo de aplicación
<p>Descripción:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Asignar campos de aplicación a los equipos ingresados en el sistema. <p>Actores:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Usuario con el rol: técnico. <p>Precondiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El usuario debe estar registrado en el sistema como técnico. <p>Flujo Normal:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ingresar a la opción Equipos. <ul style="list-style-type: none"> ○ Seleccionar un menú de la lista • Pulsar el botón Asignar campo de aplicación. <ul style="list-style-type: none"> ○ Aparece una ventana con las áreas y campo de aplicación disponibles. ○ Seleccionar el área, ingresar una observación. ○ Pulsar botón Agregar: <p>Flujo Alternativo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El sistema verifica que los campos ingresados sean válidos. <ul style="list-style-type: none"> ○ Si los datos son incorrectos muestra un mensaje de error. <p>Pos condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Registros almacenados, actualizados, consultados.
Tabla.4.16. Especificación asignar campo de aplicación

Caso de Uso: Asignar mantenimiento programado
<p>Descripción:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Asignar mantenimientos programados a los equipos ingresados en el sistema. <p>Actores:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Usuario con el rol: técnico. <p>Precondiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El usuario debe estar registrado en el sistema como técnico. <p>Flujo Normal:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ingresar a la opción Equipos. <ul style="list-style-type: none"> ○ Seleccionar un menú de la lista

<ul style="list-style-type: none"> • Pulsar el botón Mantenimiento programado. <ul style="list-style-type: none"> ○ Aparece una ventana con los campos a ingresar. ○ Pulsar botón Guardar: <p>Flujo Alternativo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El sistema verifica que los campos ingresados sean válidos. <ul style="list-style-type: none"> ○ Si los datos son incorrectos muestra un mensaje de error. <p>Pos condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Registros almacenados, actualizados, consultados.
Tabla.4.17. Especificación asignar campo de aplicación

Caso de Uso: Administrar repuestos
<p>Descripción:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Consultar, agregar, actualizar repuestos del sistema. <p>Actores:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Usuario con el rol: técnico. <p>Precondiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El usuario debe estar registrado en el sistema como técnico. <p>Flujo Normal:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ingresar a la opción Repuestos. <ul style="list-style-type: none"> ○ Aparece una pantalla con los registros. • Pulsar el botón Nuevo: <ul style="list-style-type: none"> ○ Aparece una ventana con los controles para ingreso de datos. ○ Pulsar el botón Guardar. • Pulsar el botón Editar: <ul style="list-style-type: none"> ○ Aparece una ventana con los datos a ser modificados. ○ Pulsar el botón Guardar. <p>Flujo Alternativo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El sistema verifica que los campos ingresados sean válidos. <ul style="list-style-type: none"> ○ Si los datos son incorrectos muestra un mensaje de error. <p>Pos condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Registros almacenados, actualizados, consultados.
Tabla.4.18. Especificación administrar repuestos

Caso de Uso: Administrar actualizar cantidad de repuesto
<p>Descripción:</p> <ul style="list-style-type: none"> • actualizar cantidad de repuestos del sistema. <p>Actores:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Usuario con el rol: administrador. <p>Precondiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El usuario debe estar registrado en el sistema como administrador. <p>Flujo Normal:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ingresar a la opción Repuestos. <ul style="list-style-type: none"> ○ Aparece una pantalla con los registros. ○ Seleccionar un repuesto. • Pulsar el botón Actualizar cantidad de repuestos: <ul style="list-style-type: none"> ○ Aparece una ventana con los controles para ingreso de datos. ○ Pulsar el botón Guardar. <p>Flujo Alternativo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El sistema verifica que los campos ingresados sean válidos. <ul style="list-style-type: none"> ○ Si los datos son incorrectos muestra un mensaje de error. <p>Pos condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Registro actualizado.
Tabla.4.19. Especificación actualizar cantidad de repuesto
Caso de Uso: Administrar herramientas
<p>Descripción:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Consultar, agregar, actualizar herramientas del sistema. <p>Actores:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Usuario con el rol: técnico. <p>Precondiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El usuario debe estar registrado en el sistema como técnico. <p>Flujo Normal:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ingresar a la opción Herramientas. <ul style="list-style-type: none"> ○ Aparece una pantalla con los registros. • Pulsar el botón Nuevo: <ul style="list-style-type: none"> ○ Aparece una ventana con los controles para ingreso de datos. ○ Pulsar el botón Guardar.

- Pulsar el botón Modificar:
 - Aparece una ventana con los datos a ser modificados.
 - Pulsar el botón Guardar.

Flujo Alternativo:

- El sistema verifica que los campos ingresados sean válidos.
 - Si los datos son incorrectos muestra un mensaje de error.

Pos condiciones:

- Registros almacenados, actualizados, consultados.

Tabla.4.20. Especificación administrar herramientas

MÓDULO: MANTENIMIENTO

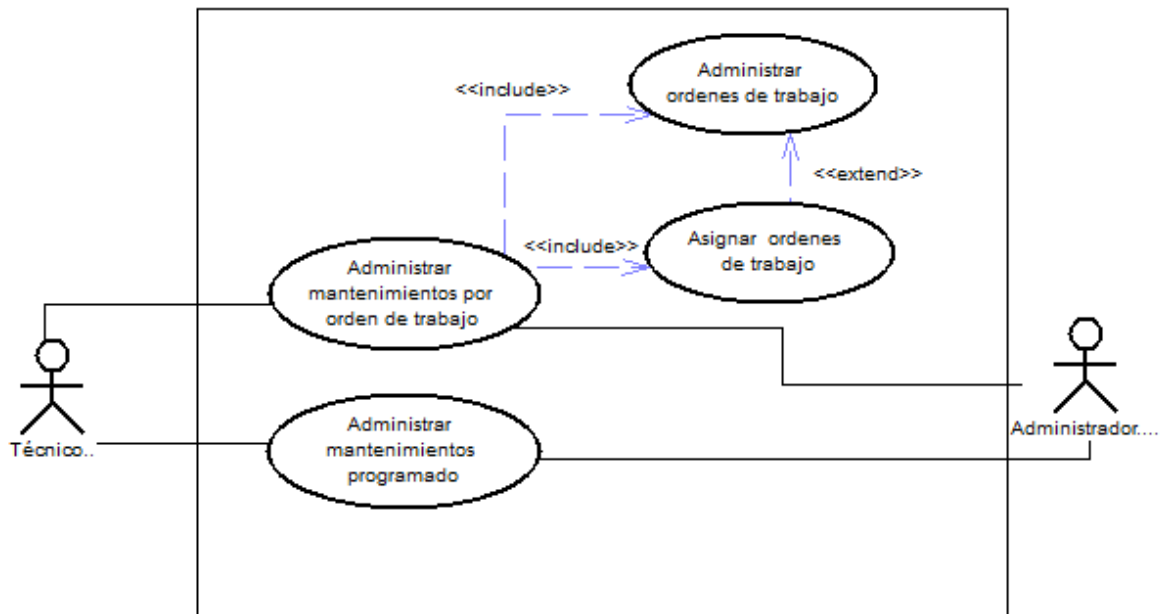


Gráfico 4.6 Caso de uso Módulo Mantenimiento

Especificaciones de Casos de Uso

Se especifica a continuación los diferentes casos de uso identificados, con el fin de tener una idea detallada de los mismos.

Caso de Uso: Administrar ordenes de trabajo
<p>Descripción:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Consultar, agregar, actualizar órdenes de trabajo del sistema. <p>Actores:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Usuario con el rol: técnico. <p>Precondiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El usuario debe estar registrado en el sistema como técnico. <p>Flujo Normal:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ingresar a la opción Orden de trabajo. <ul style="list-style-type: none"> ○ Aparece una pantalla con los registros. • Pulsar el botón Nuevo:

<ul style="list-style-type: none"> ○ Aparece una ventana con los controles para ingreso de datos. ○ Pulsar el botón Guardar. • Pulsar el botón Editar: <ul style="list-style-type: none"> ○ Aparece una ventana con los datos a ser modificados. ○ Pulsar el botón Guardar. <p>Flujo Alternativo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El sistema verifica que los campos ingresados sean válidos. <ul style="list-style-type: none"> ○ Si los datos son incorrectos muestra un mensaje de error. <p>Pos condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Registros almacenados, actualizados, consultados.
Tabla.4.21. Especificación administrar orden de trabajo

Caso de Uso: Administrar mantenimientos por órdenes de trabajo
<p>Descripción:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Consultar, agregar, actualizar mantenimientos ingresados por órdenes de trabajo. <p>Actores:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Usuario con el rol: técnico. <p>Precondiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El usuario debe estar registrado en el sistema como técnico. <p>Flujo Normal:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ingresar a la opción Mantenimiento por órdenes de trabajo. <ul style="list-style-type: none"> ○ Aparece una pantalla con los registros. • Pulsar el botón Nuevo: <ul style="list-style-type: none"> ○ Aparece una ventana con los controles para ingreso de datos. ○ Pulsar el botón Guardar. • Pulsar el botón Editar: <ul style="list-style-type: none"> ○ Aparece una ventana con los datos a ser modificados. ○ Pulsar el botón Guardar. <p>Flujo Alternativo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El sistema verifica que los campos ingresados sean válidos. <ul style="list-style-type: none"> ○ Si los datos son incorrectos muestra un mensaje de error. <p>Pos condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Registros almacenados, actualizados, consultados.

Tabla.4.22. Especificación administrar mantenimiento
Caso de Uso: Administrar mantenimientos programados
<p>Descripción:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Consultar, agregar, actualizar mantenimientos programados del sistema. <p>Actores:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Usuario con el rol: técnico. <p>Precondiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El usuario debe estar registrado en el sistema como técnico. <p>Flujo Normal:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ingresar a la opción Mantenimiento programados. <ul style="list-style-type: none"> ○ Aparece una pantalla con los registros. • Pulsar el botón Nuevo: <ul style="list-style-type: none"> ○ Aparece una ventana con los controles para ingreso de datos. ○ Pulsar el botón Guardar. • Pulsar el botón Editar: <ul style="list-style-type: none"> ○ Aparece una ventana con los datos a ser modificados. ○ Pulsar el botón Guardar. <p>Flujo Alternativo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El sistema verifica que los campos ingresados sean válidos. <ul style="list-style-type: none"> ○ Si los datos son incorrectos muestra un mensaje de error. <p>Pos condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Registros almacenados, actualizados, consultados.
Tabla.4.23. Especificación mantenimientos programados
Caso de Uso: Asignar órdenes de trabajo
<p>Descripción:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Asignar órdenes de trabajo y enviar correo electrónico de asignación. <p>Actores:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Usuario con el rol: administrador. <p>Precondiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El usuario debe estar registrado en el sistema como administrador. <p>Flujo Normal:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ingresar a la opción Asignación a técnico.

<ul style="list-style-type: none"> ○ Aparece una ventana con los controles para ingreso de datos. ○ Pulsar el botón Guardar. <p>Flujo Alternativo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El sistema verifica que los campos ingresados sean válidos. <ul style="list-style-type: none"> ○ Si los datos son incorrectos muestra un mensaje de error. <p>Pos condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Registro almacenado.
Tabla.4.24. Especificación mantenimientos programados
Caso de Uso: Generar reportes
<p>Descripción:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Consultar información con los filtros necesarios. <p>Actores:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Usuario con el rol: técnico., administrador <p>Precondiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El usuario debe estar registrado en el sistema como técnico y administrador. <p>Flujo Normal:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ingresar a la opción Reportes. <ul style="list-style-type: none"> ○ Ingresar los filtros. ○ Pulsar el botón Consultar ○ Aparecerá el reporte. <p>Flujo Alternativo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El sistema verifica que los campos ingresados sean válidos. <ul style="list-style-type: none"> ○ Si los datos son incorrectos muestra un mensaje de error. <p>Pos condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Información generada.
Tabla.4.25. Especificación generar reportes

c. Requisitos de Rendimiento

El tiempo de respuesta en la generación de los reportes o consultas está ligado a la cantidad de datos que existan en dicho caso.

d. Restricciones de Diseño

Políticas de empresa

El Hospital IESS-Ambato no ha hecho ninguna restricción en cuanto a herramientas para el desarrollo de este sistema.

e. Atributos de sistema

Requisitos de usuarios

Los requerimientos en cuanto a las interfaces, deben ser diseñados y desarrollados, de forma que sean muy amigables, fáciles de manejar y entender.

La interfaz será una sola para todos los usuarios, restringidas determinadas funciones dependiendo el tipo de usuario.

Requerimientos de usabilidad

Los requerimientos de usabilidad tomados en cuenta son:

- Distribución adecuada por módulos.
- Seguridades en el acceso al sistema, se utiliza técnicas de encriptamiento para el ingreso de contraseñas.
- Creación de log de entrada de datos.
- Reportes con información real y correcta.

Recursos económicos

	Cantidad	Descripción	Precio U.	Precio
Hardware	2	PC Core i5, 2GB RAM, 500 GB Disco Duro	\$0	\$0
	1	Red inalámbrica	\$0	\$0
	1	Impresora	\$0	\$0
Software	1	SharpDeveloper 4.3	\$0	\$0.00
	1	SQL Server 2008 Express (gratuito)	\$0	\$0.00
	1	PowerDesigner (Evaluación)	\$0	\$0.00
	1	Pencil Project (Open Source)	\$0	\$0.00
Materiales	500	Impresiones	\$0.10	\$50,00
	6	Conexión a internet (meses)	\$23.70	\$142.20
	6	Servicios Básicos (Luz)	\$20.00	\$120.00
	50	Transporte (Pasajes)	\$1.50	\$75.00
TOTAL				\$387.20
Imprevistos (10%)				\$38,72
TOTAL				\$425,92

Tabla.4.26. Presupuesto del proyecto

El costo estimado para el presente proyecto es de \$425,92.

D) Apéndices

- **Anexo 1:** Entrevista al jefe de mantenimiento.
- **Anexo 2:** Guía de observación
- **Anexo 3:** Formato del estándar IEEE 830.

4.1.2. Establecimiento del alcance del sistema.

El alcance del presente proyecto denominado Sistema para el mantenimiento de equipos médicos del hospital IESS de la ciudad de Ambato, abarca la utilización de las últimas

tecnologías, que aunque son transparentes para el usuario final, ayudan con el rendimiento y la escalabilidad del sistema.

El sistema manejará los siguientes módulos:

- Seguridad
- Administración
- Inventario
- Mantenimiento
- Reportes

Adicional, el sistema permitirá el envío de correos electrónicos ingresados a los usuarios del sistema, este proceso se utilizará cuando se asigne una orden de trabajo a un técnico.

Debido a que la adquisición de repuestos para el área de mantenimiento del hospital IESS de la ciudad de Ambato es gestionada a través de los diferentes departamentos como son la dirección administrativa, adquisiciones, financiero y jurídico, se creará una funcionalidad para la actualización de la cantidad de repuestos existentes en el área, esta funcionalidad será accesible únicamente por usuario con rol de Administrador.

4.2. Segunda fase: Elaboración

Objetivo 3: Diseñar el Sistema Informático de control de mantenimiento de equipos médicos del hospital IESS de la ciudad de Ambato.

Los diagramas UML son un conjunto de herramientas que nos permiten modelar, analizar y diseñar sistemas orientados a objetos.

Es una técnica para capturar información de cómo un sistema o negocio trabaja, o de cómo se desea que trabaje. Los diagramas UML utilizados en el modelado del sistema son: casos

de uso, de actividades, de clases, secuencias, estados. Además se incluirá el diseño de arquitectura y diseño de interfaces.

4.2.1. Elaboración de diagrama de clases.

Este diagrama describe la estructura del sistema mostrando sus clases, atributos y como se relacionan unas con otras.

Modelo Conceptual

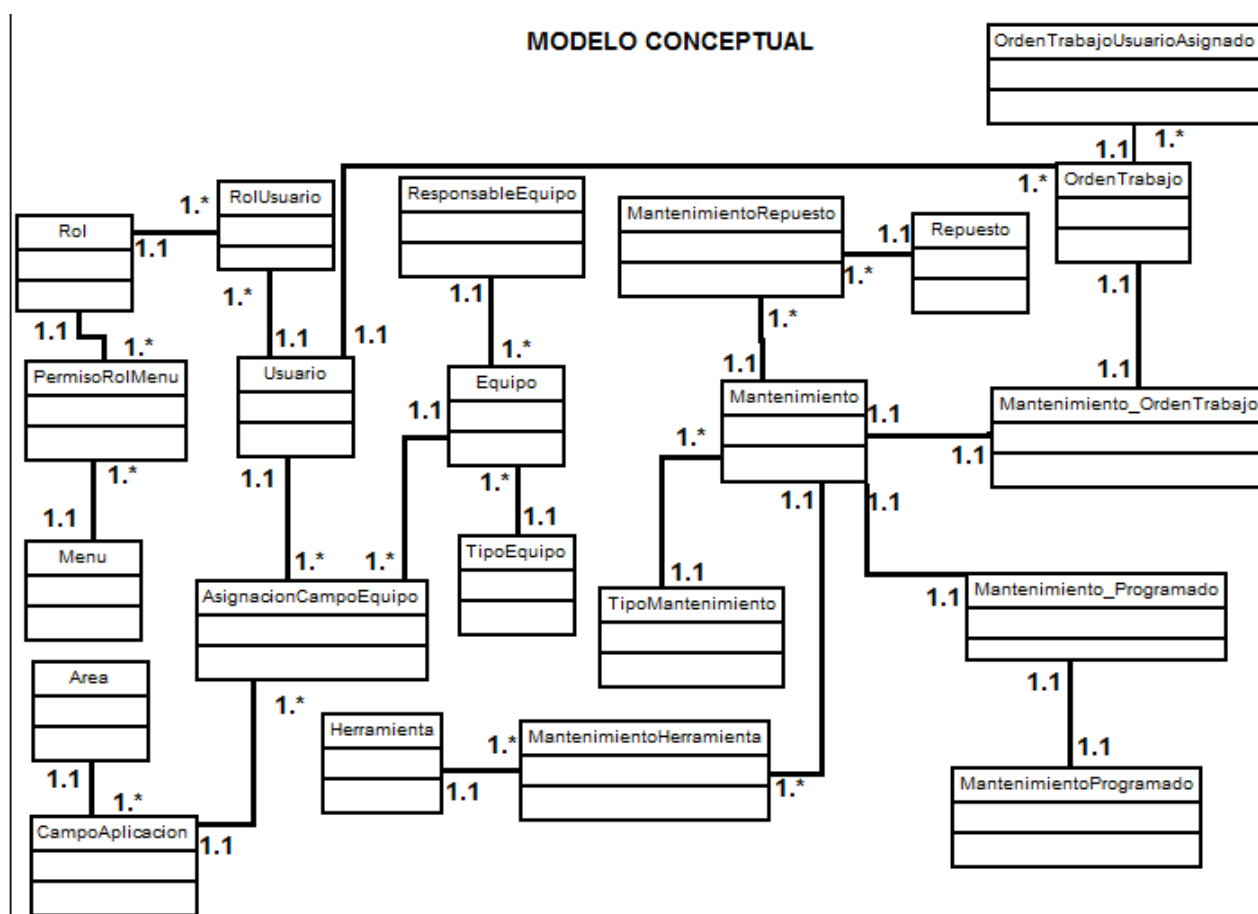


Gráfico 4.7 Diagrama de clases: Modelo conceptual

Diagrama detallado

Módulo de seguridades

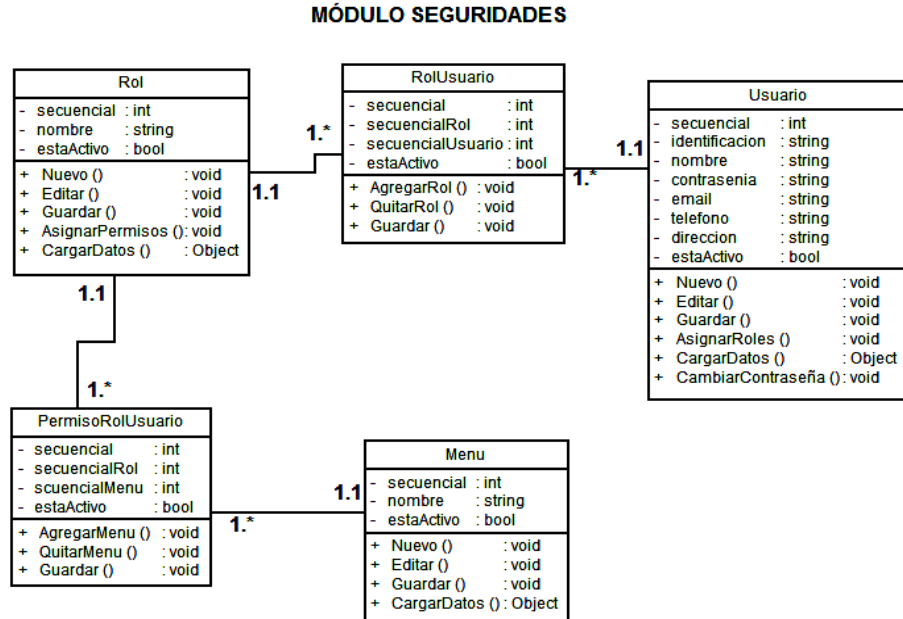


Gráfico 4.8 Diagrama de clases: Módulo de seguridades

Módulo de administración

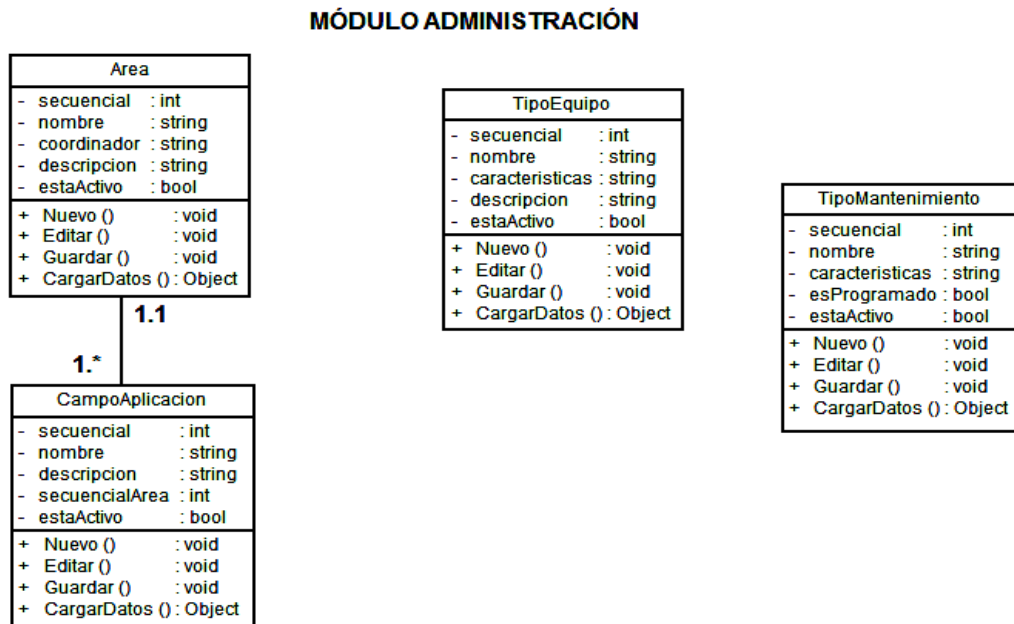


Gráfico 4.9 Diagrama de clases: Módulo de administración

Módulo de inventario

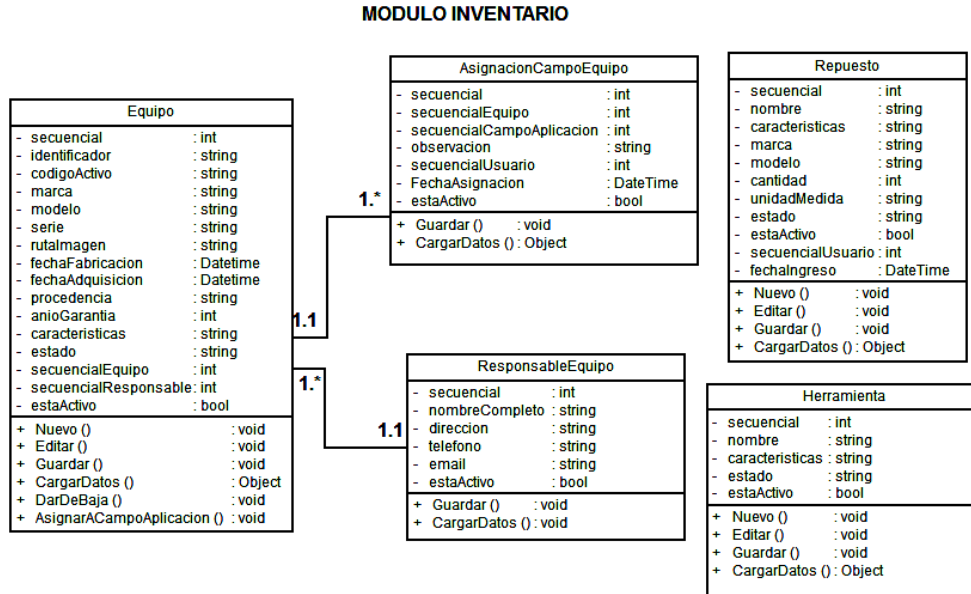


Gráfico 4.10 Diagrama de clases: Módulo de inventario

Módulo de mantenimiento.

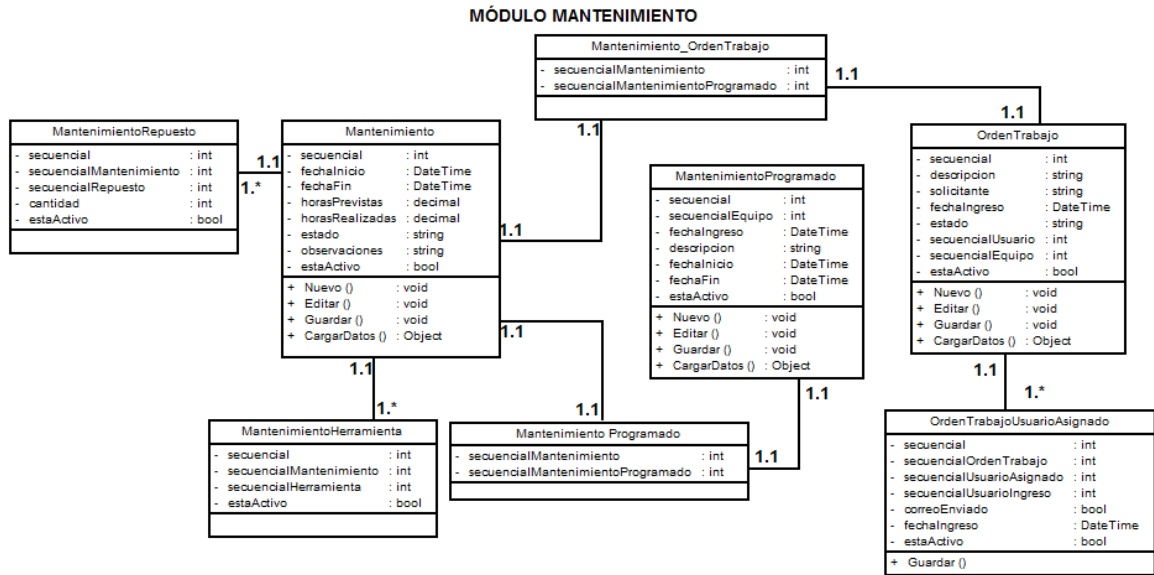


Gráfico 4.11 Diagrama de clases: Módulo de mantenimiento

4.2.2. Elaboración de diagrama de secuencias.

A través de los diagramas de secuencia se representa la interacción de un conjunto de objetos en una aplicación a través del tiempo, se representa la comunicación y los mensajes de los distintos usuarios del sistema con la interfaz gráfica de usuario, y con las distintas clases utilizadas en el sistema.

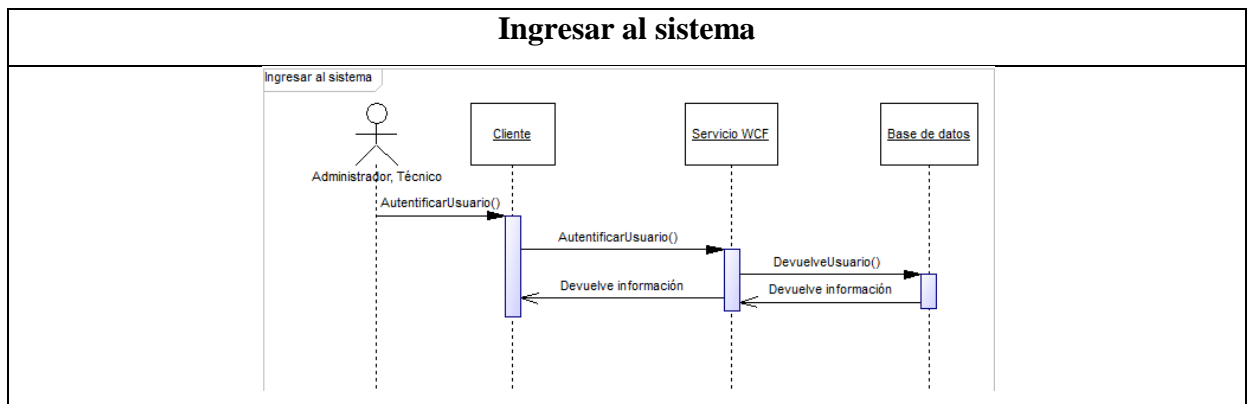


Gráfico 4.12 Secuencia Ingresar al sistema

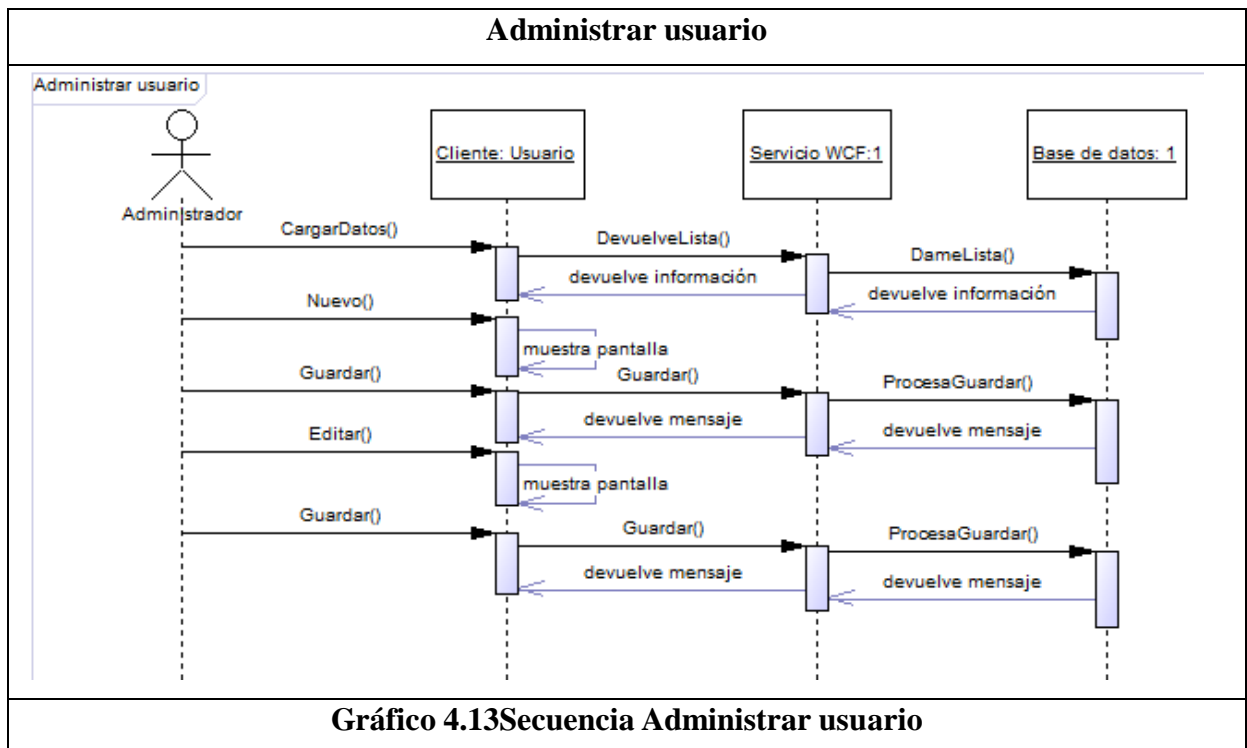


Gráfico 4.13 Secuencia Administrar usuario

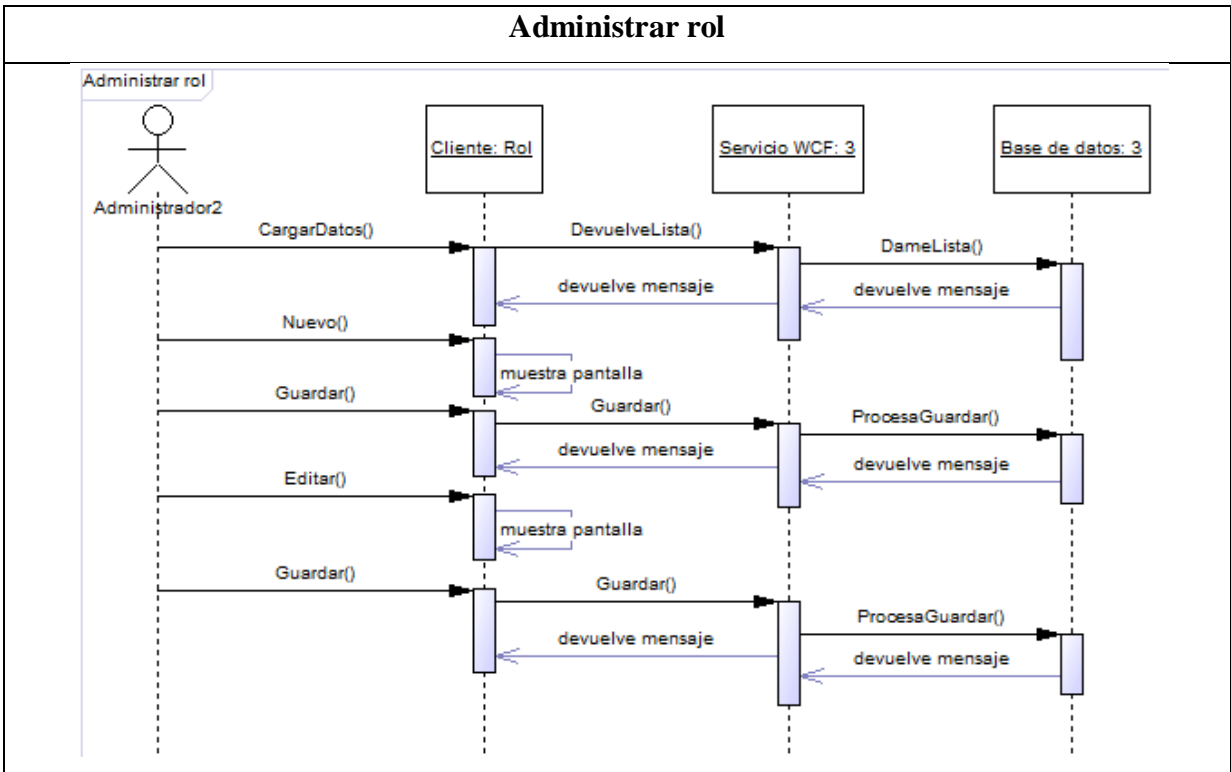


Gráfico 4.14 Secuencia Administrar rol

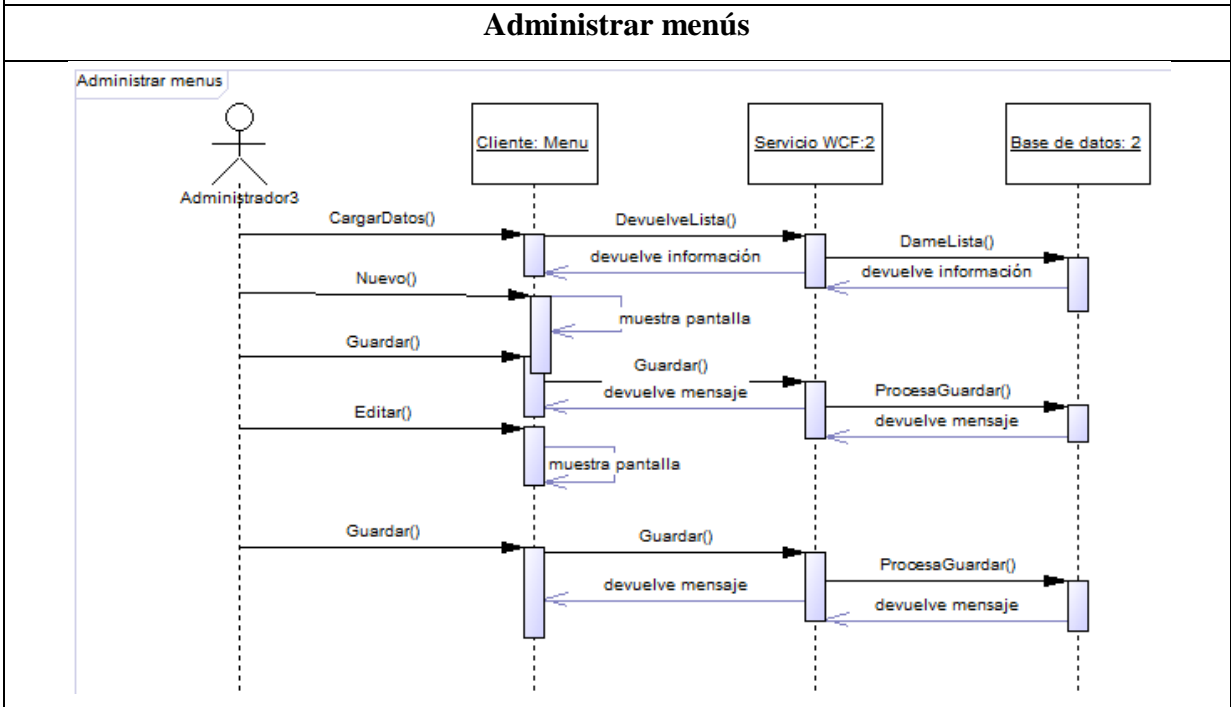


Gráfico 4.15 Secuencia Administrar menús

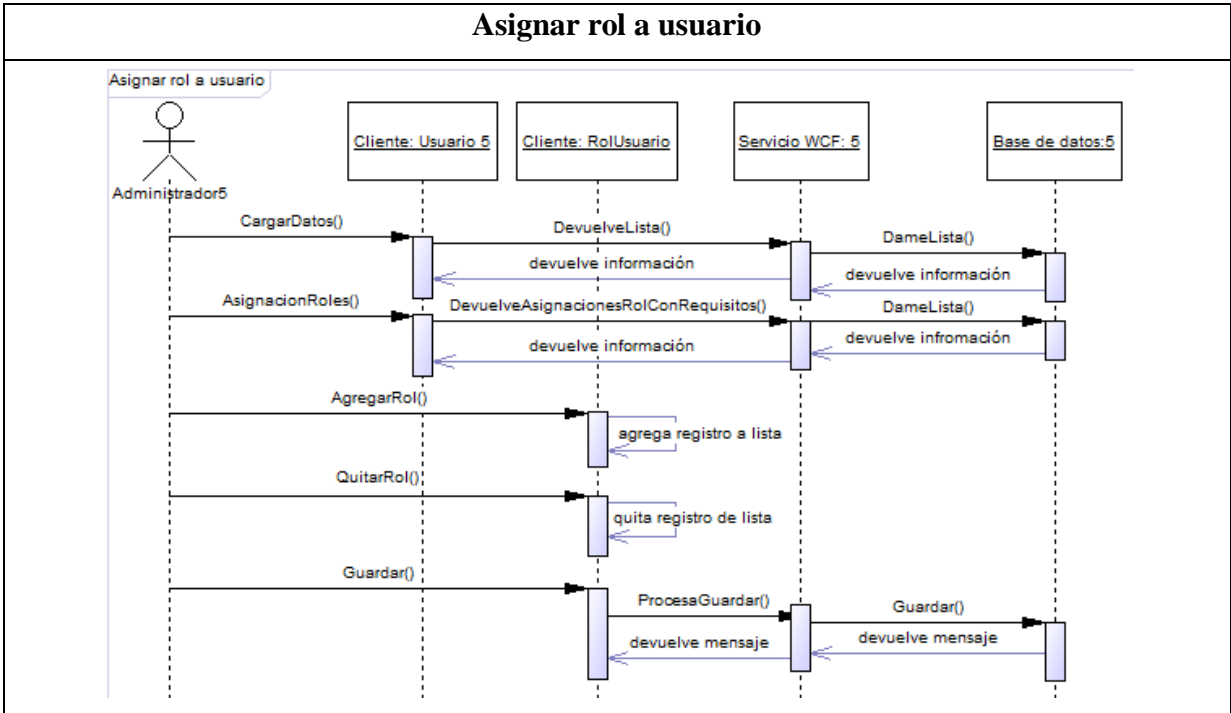


Gráfico 4.16 Secuencia Asignar rol a usuario

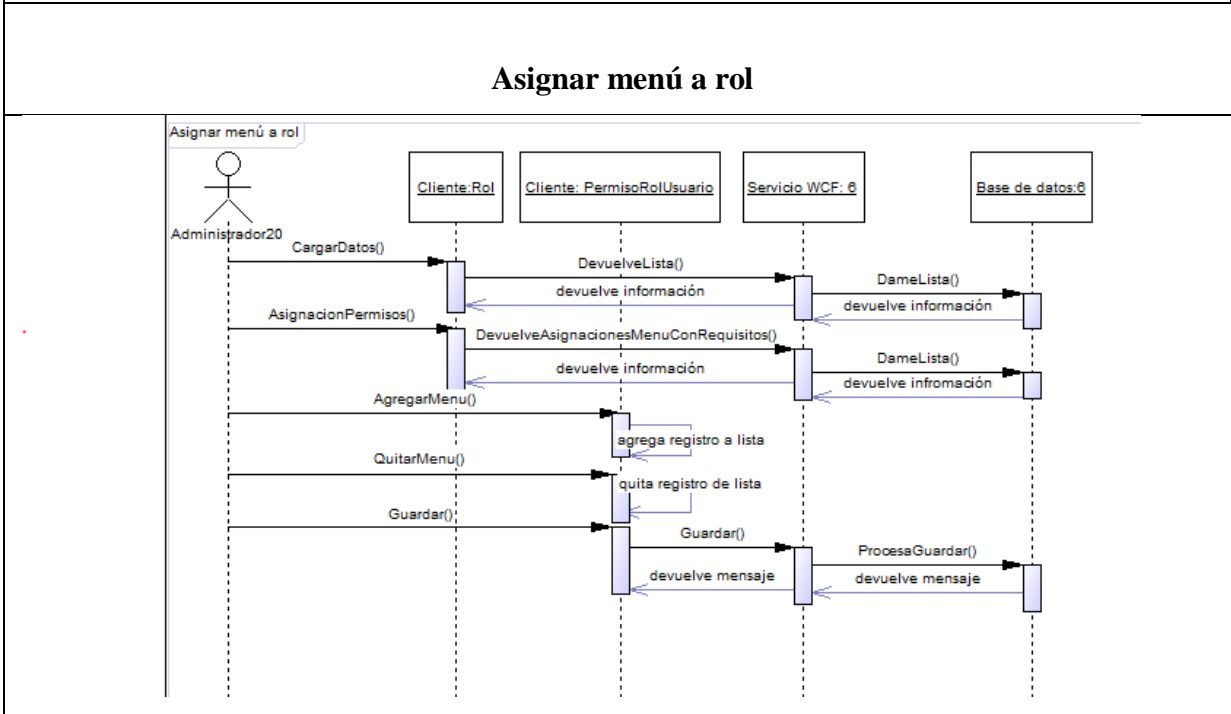


Gráfico 4.17 Secuencia Asignar menú a rol

ADMINISTRACIÓN

Administrar áreas

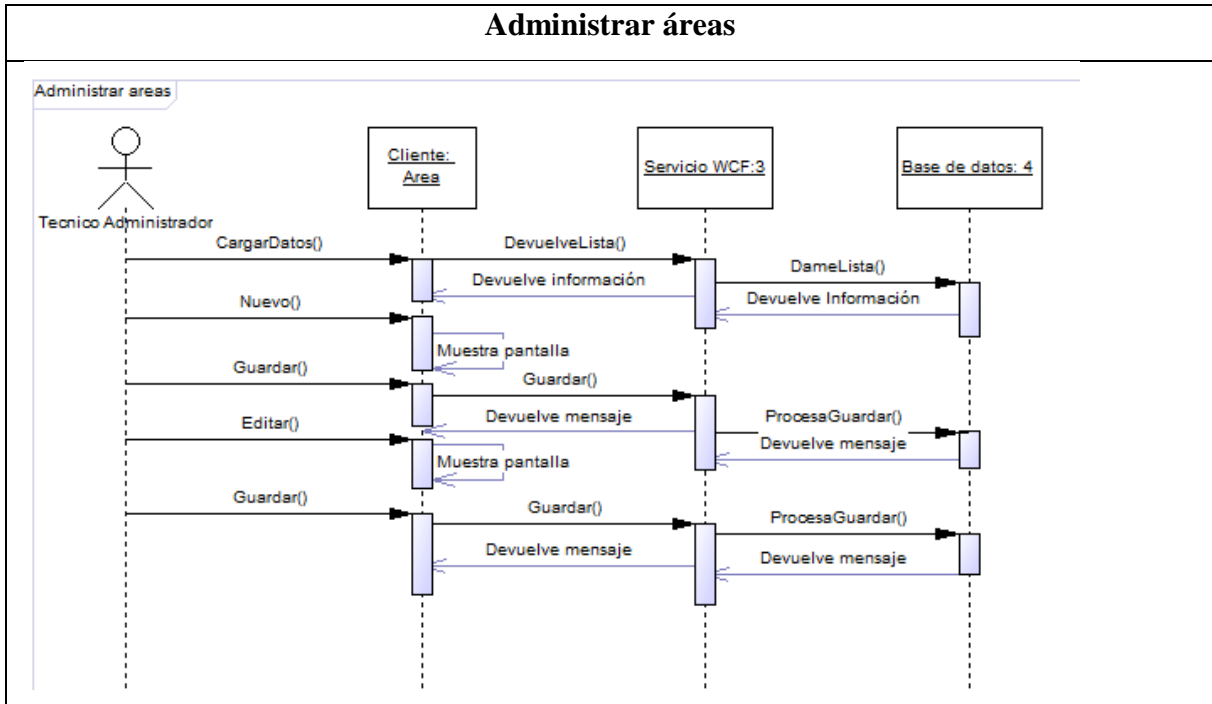


Gráfico 4.18 Secuencia Administrar áreas

Administrar campos de aplicación

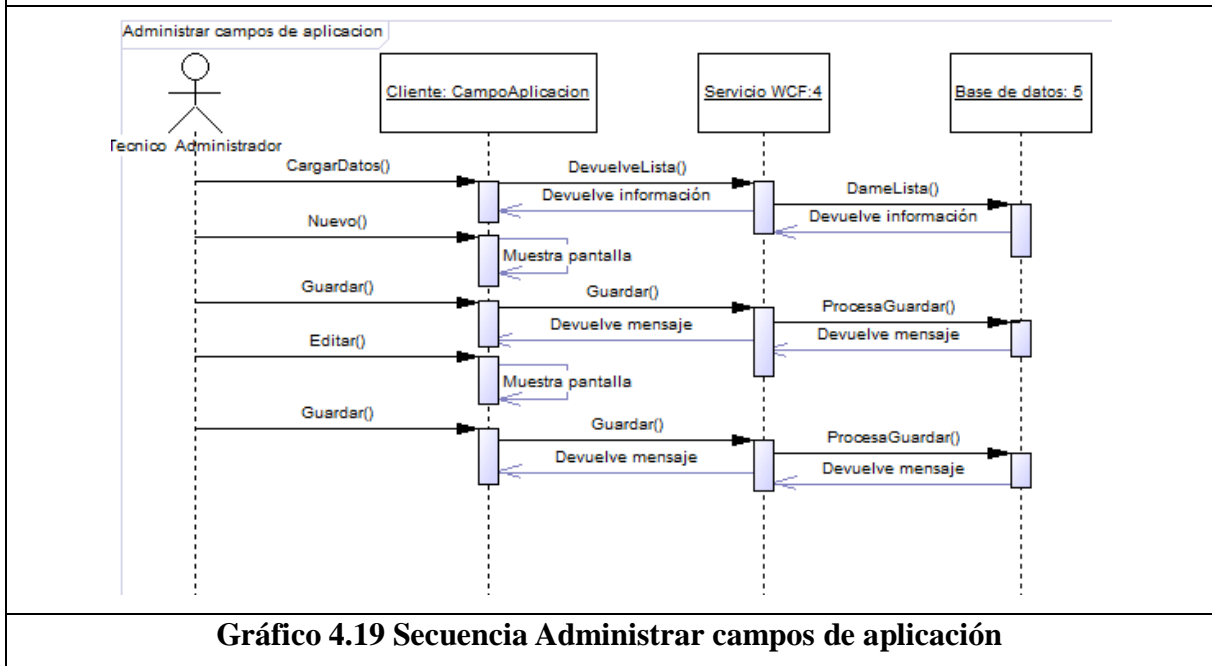


Gráfico 4.19 Secuencia Administrar campos de aplicación

Administrar tipos de equipos

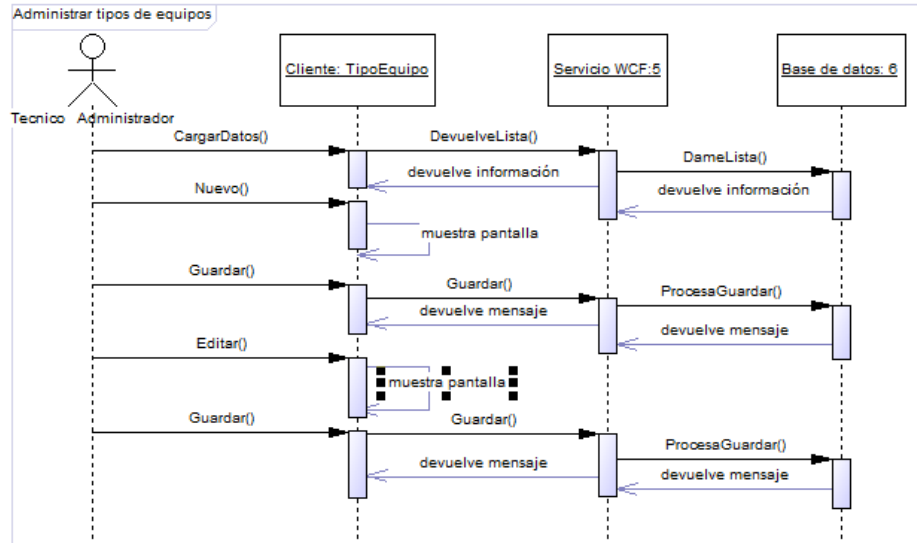


Gráfico 4.20 Secuencia Administrar tipos de equipos

Administrar tipos de mantenimientos

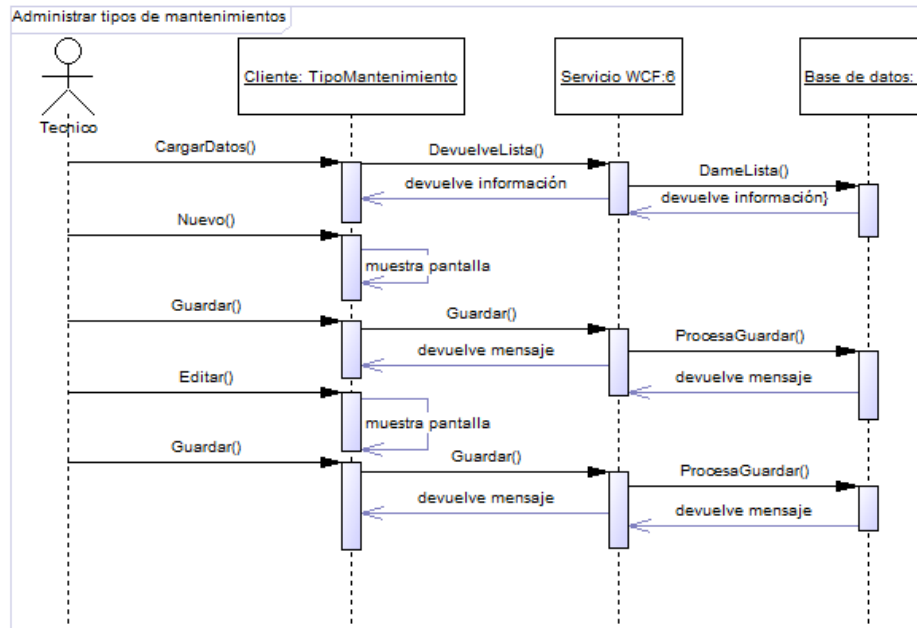


Gráfico 4.21 Secuencia Administrar tipos de mantenimientos

Administrar responsables de equipos

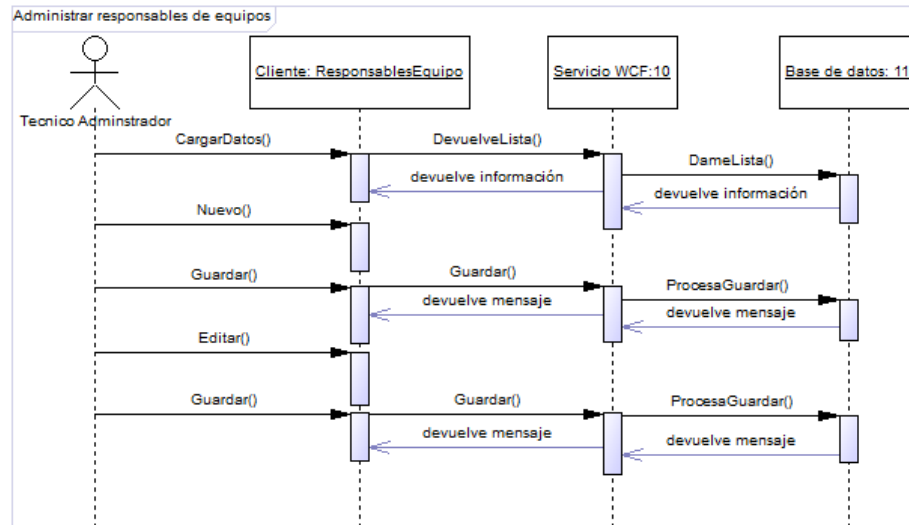


Gráfico 4.22 Secuencia Administrar responsables de equipos

INVENTARIO

Administrar equipos

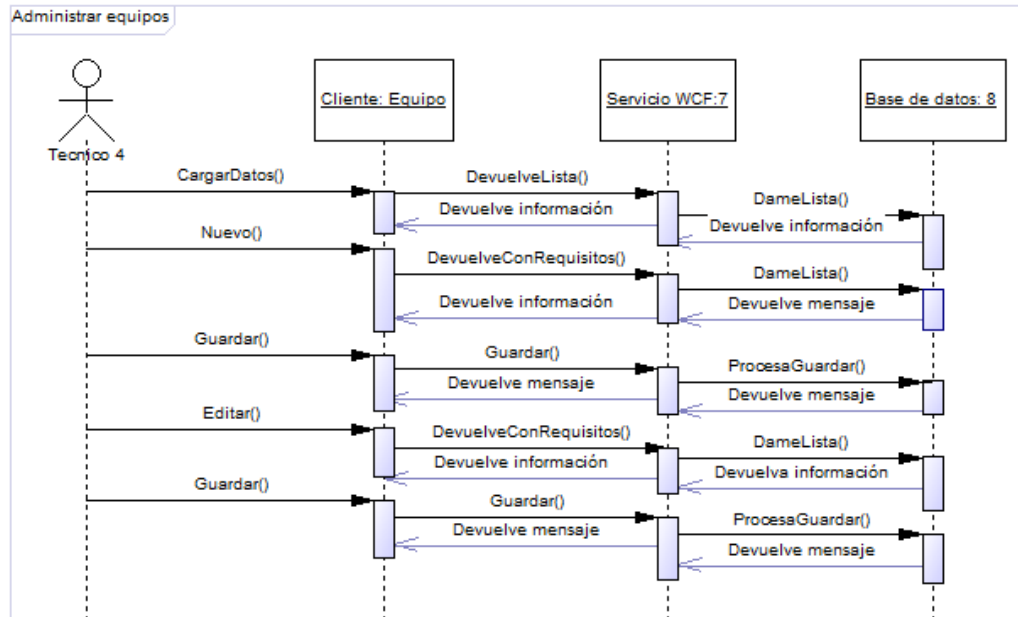
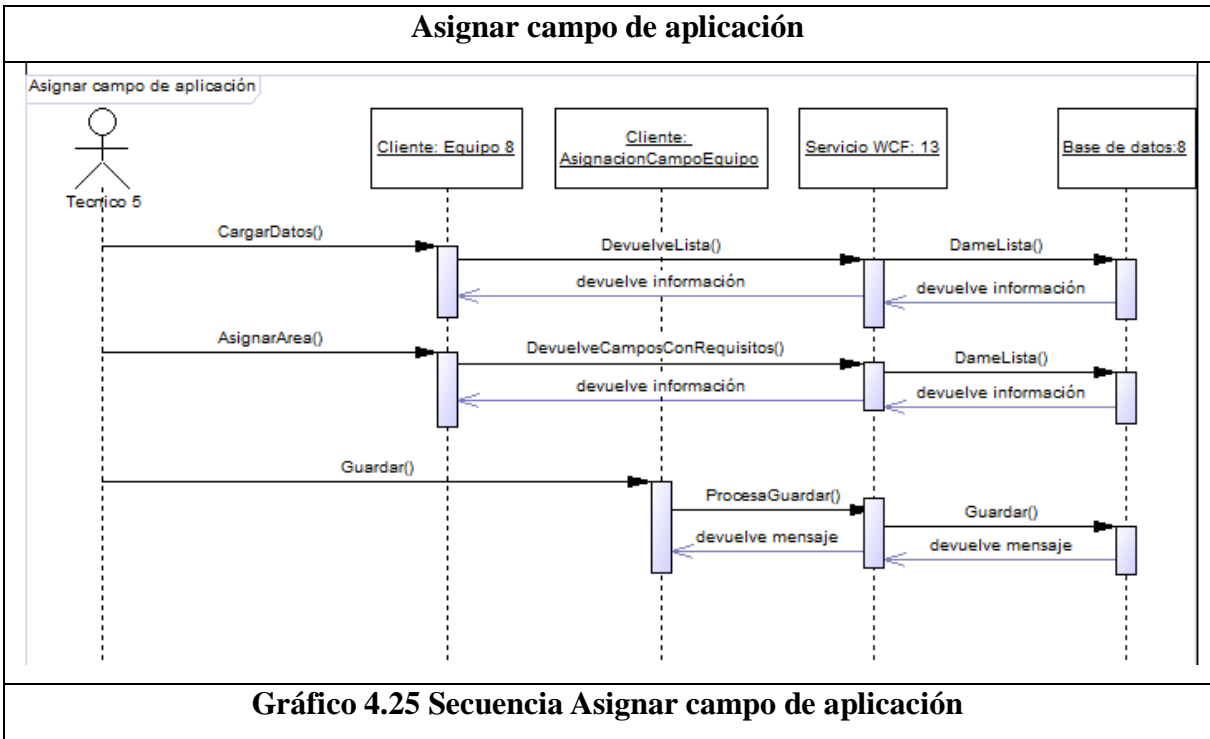
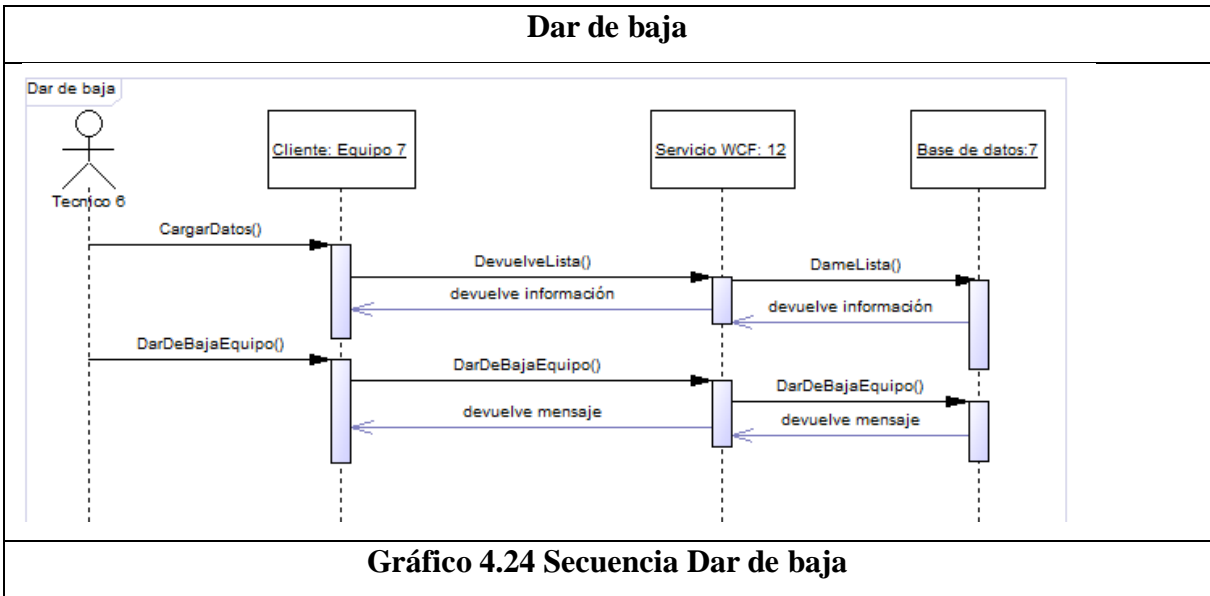
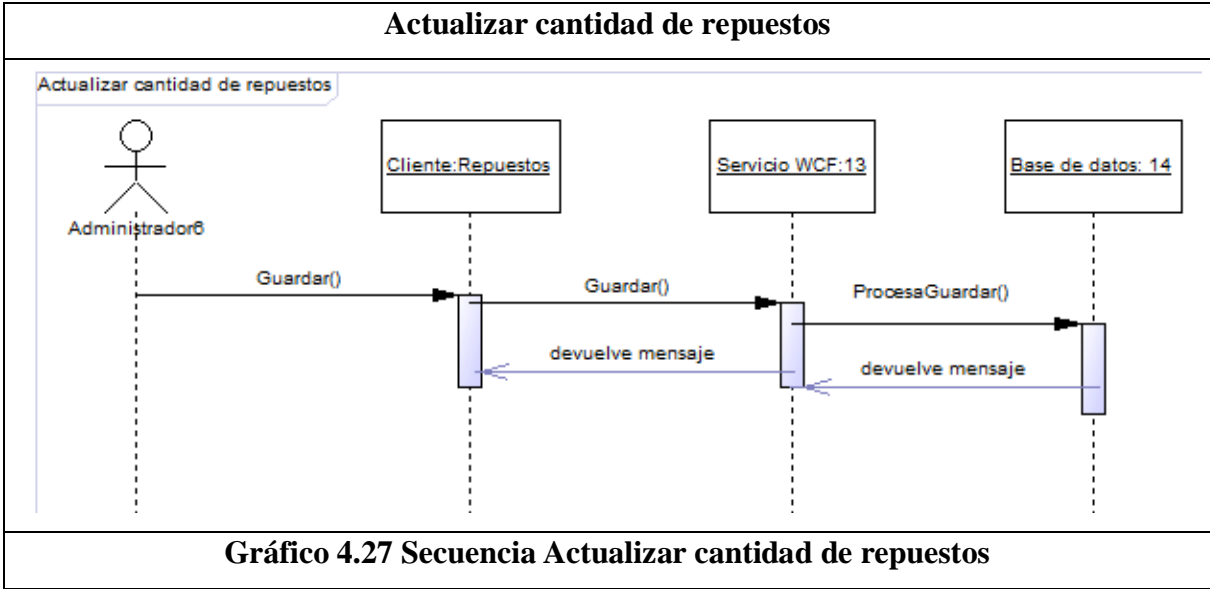
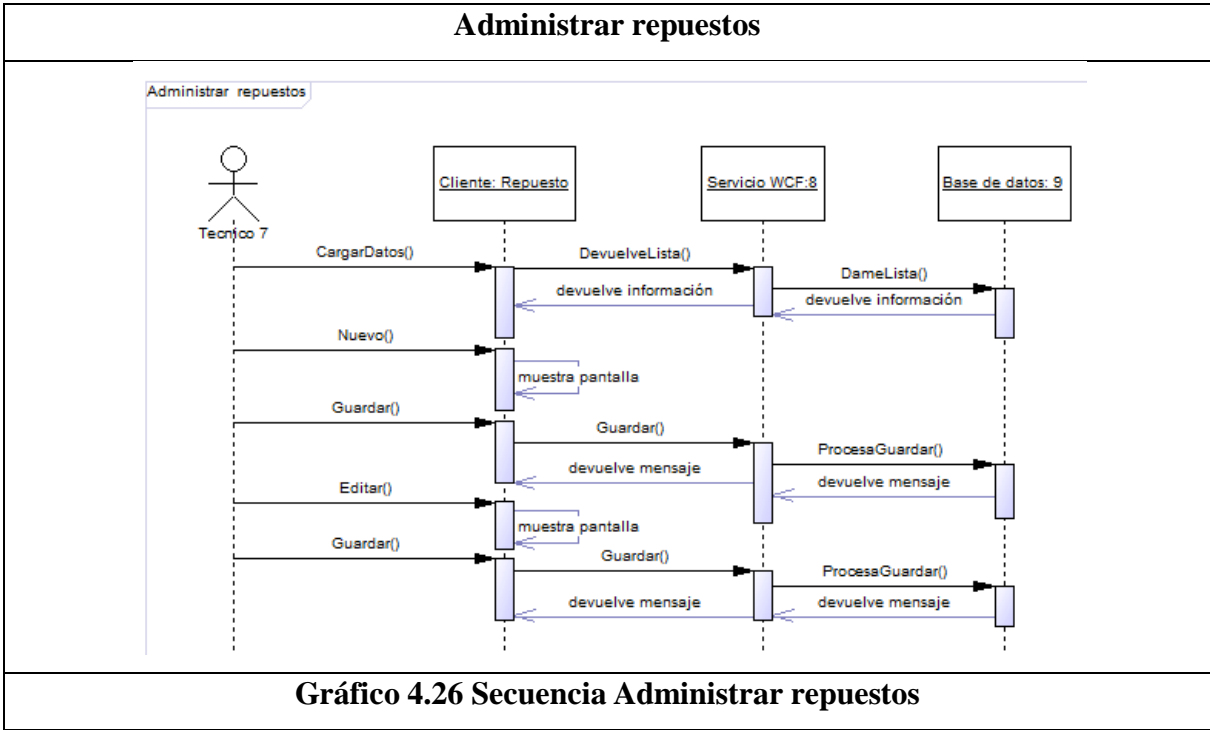


Gráfico 4.23 Secuencia Administrar equipos





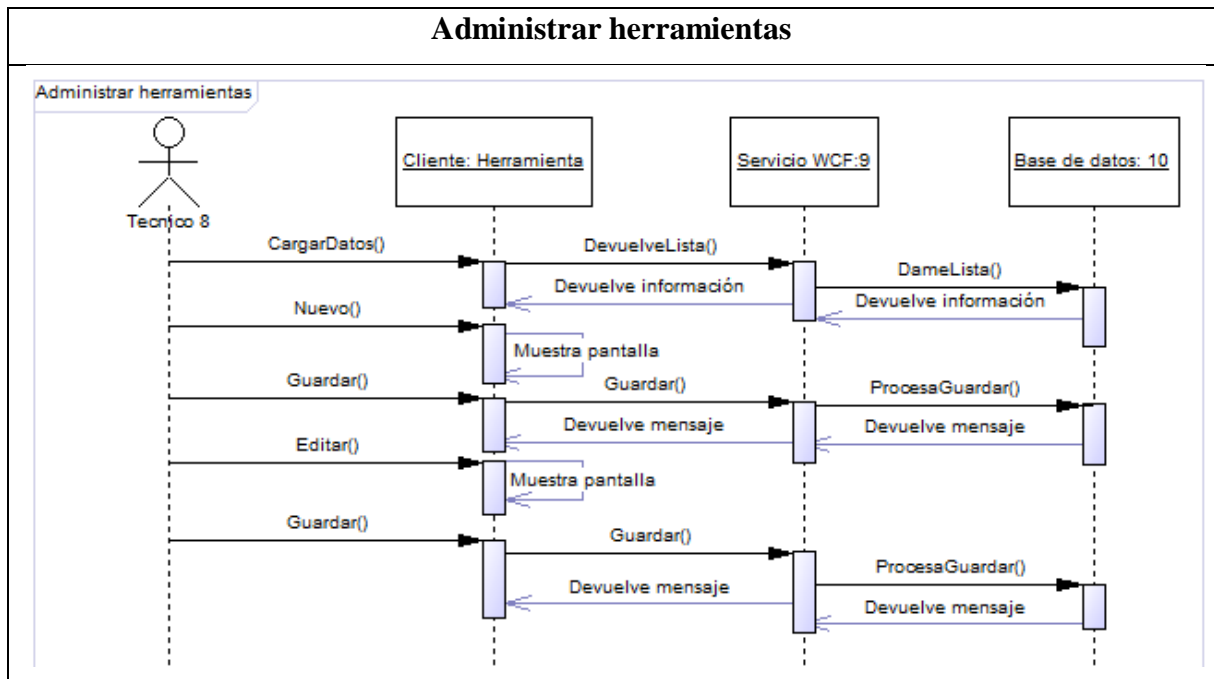


Gráfico 4.28 Secuencia Administrar herramientas

Asignar mantenimiento programado

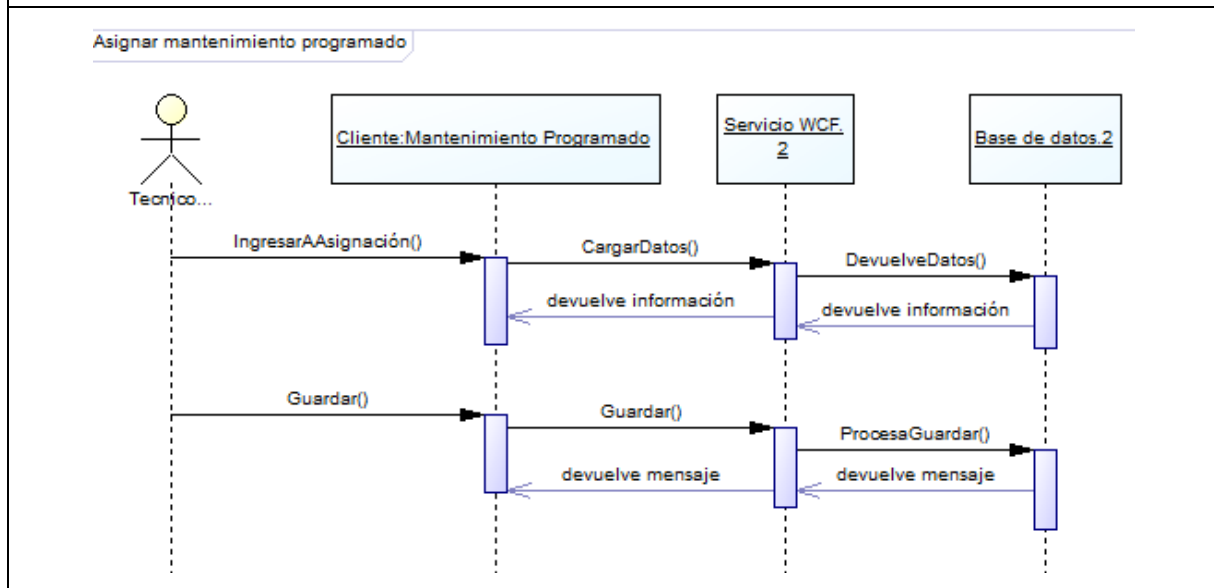


Gráfico 4.29 Secuencia Asignar mantenimiento programado

MANTENIMIENTO

Administrar ordenes de trabajo

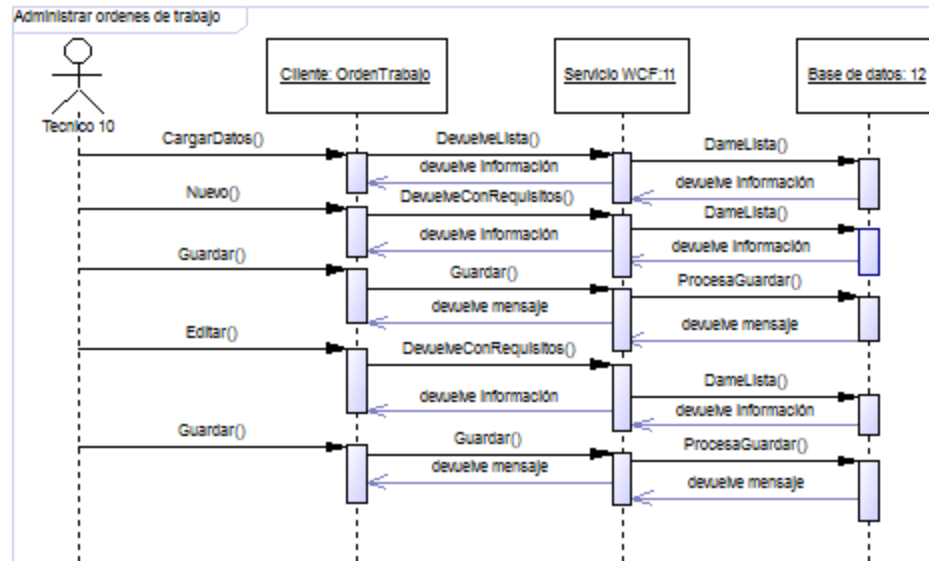


Gráfico 4.30 Secuencia Administrar ordenes de trabajo

Administrar mantenimientos por orden de trabajo

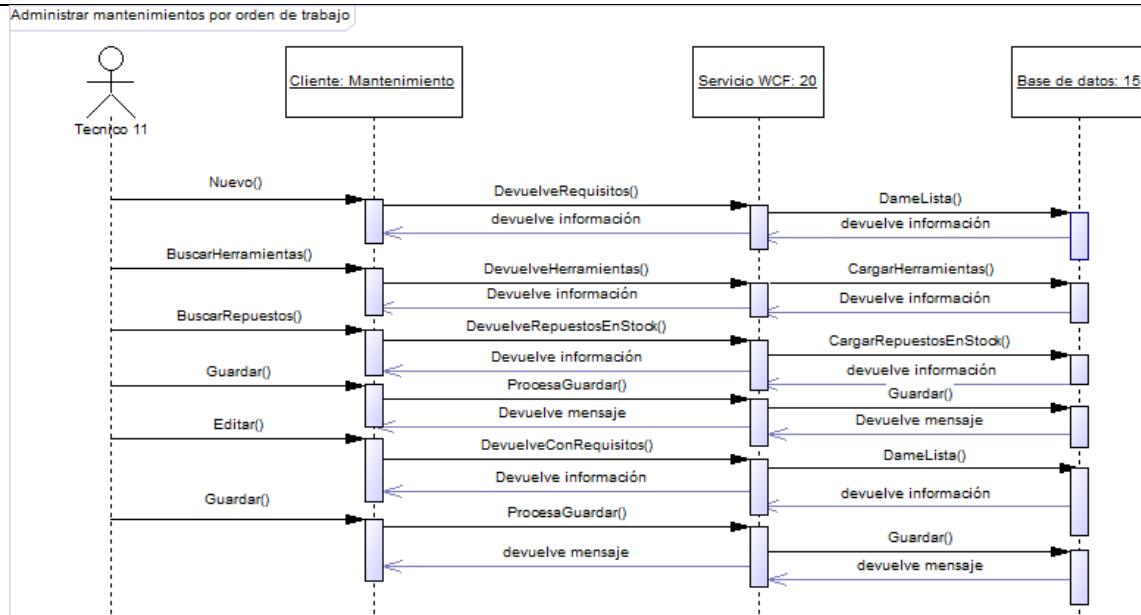


Gráfico 4.31 Secuencia Administrar mantenimientos por orden de trabajo

Administrar mantenimientos programados

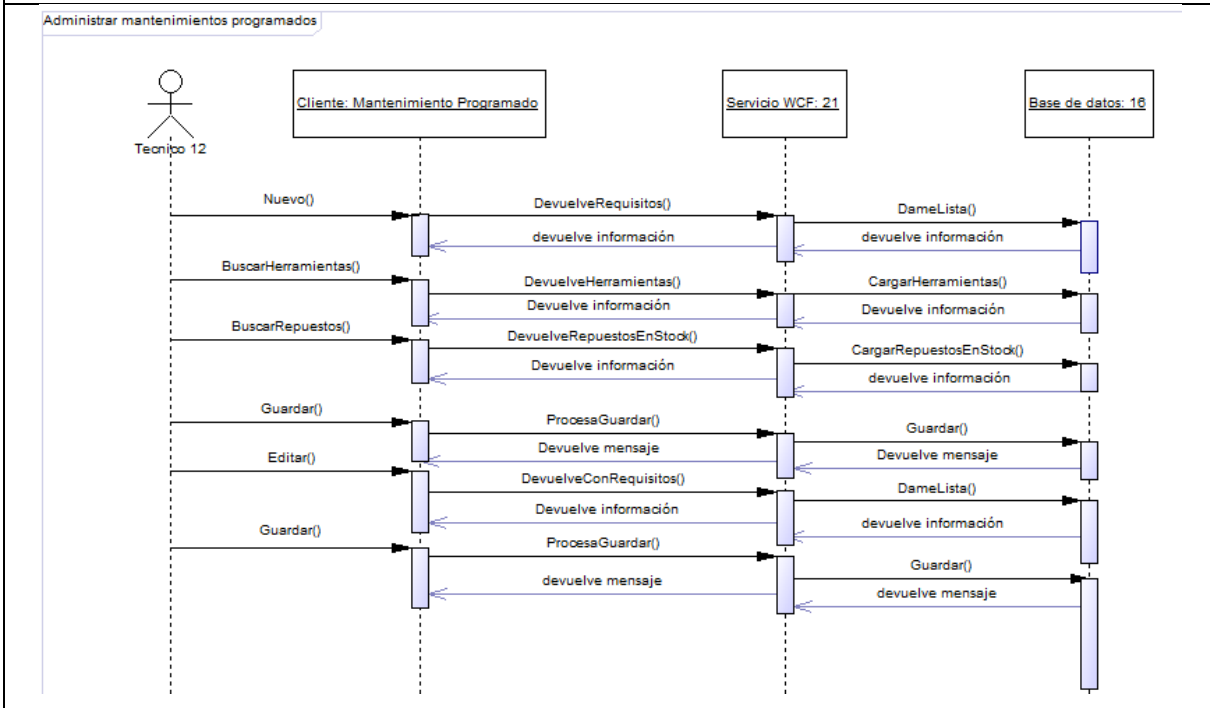


Gráfico 4.32 Secuencia Administrar mantenimientos programados

Asignar ordenes de trabajo

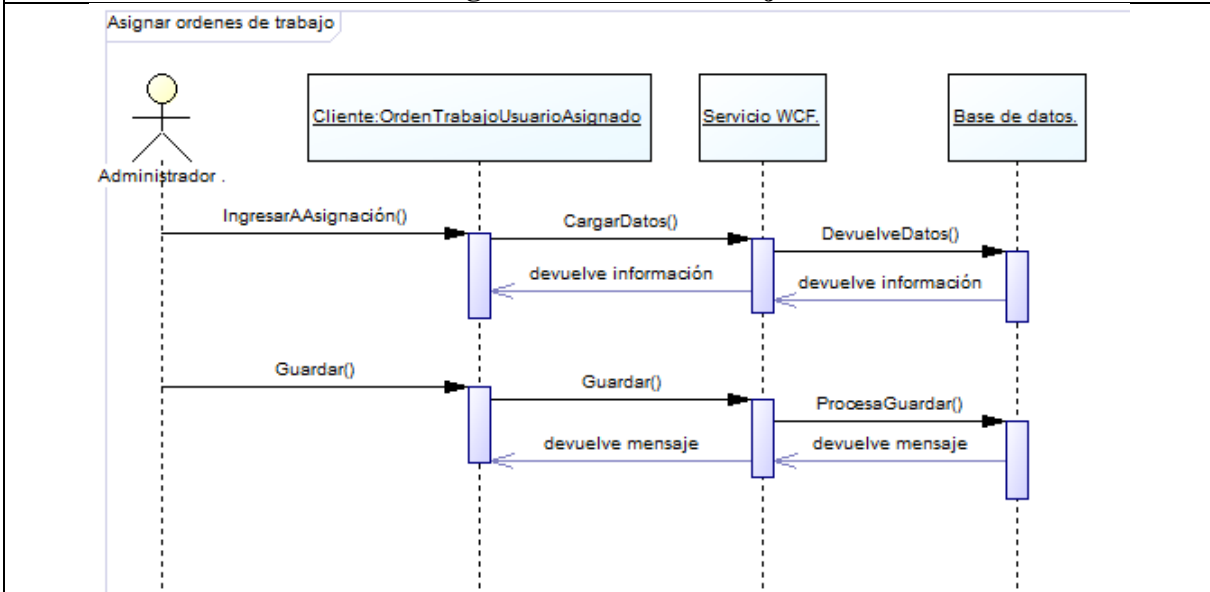
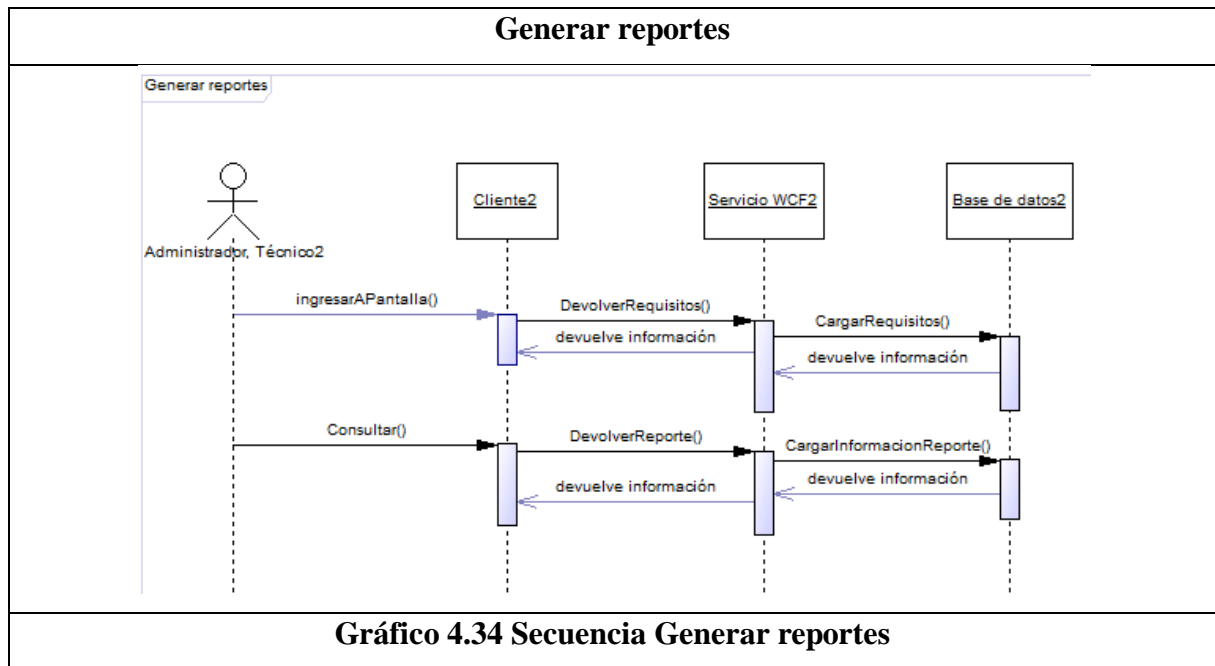
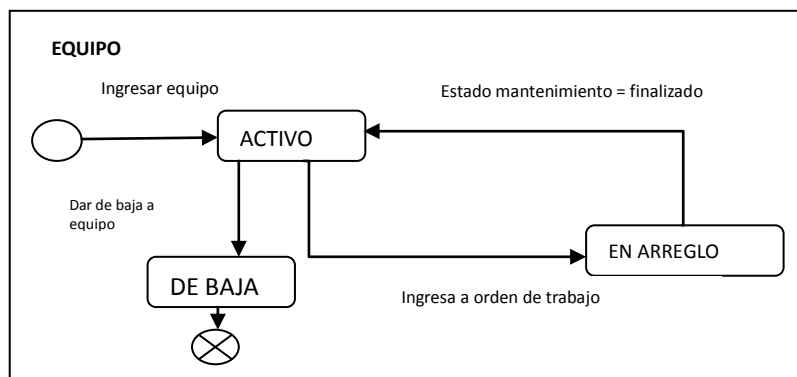


Gráfico 4.33 Secuencia Asignar ordenes de trabajo



4.2.3. Elaboración de diagrama de estados.

Los diagramas de estados son una técnica conocida para describir el comportamiento de un sistema. Describen todos los estados posibles en los que puede entrar un objeto particular y la manera en que cambia el estado del objeto, como resultado de los eventos que llegan a él.



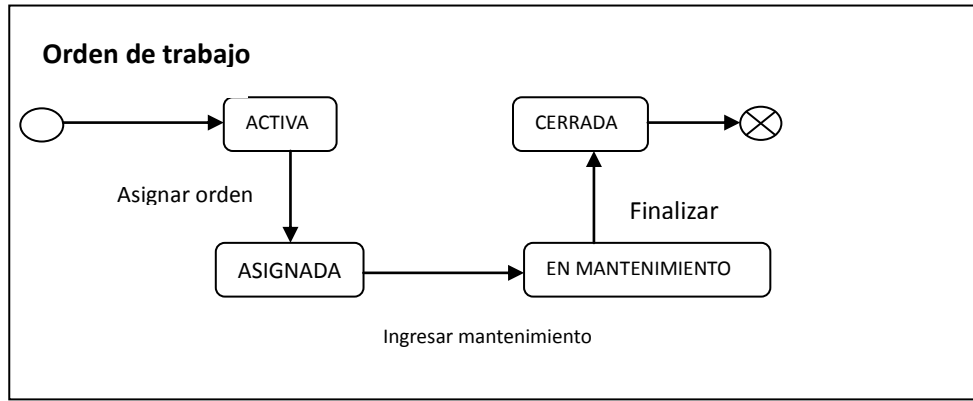


Gráfico 4.36 Diagrama de estado: Orden de trabajo

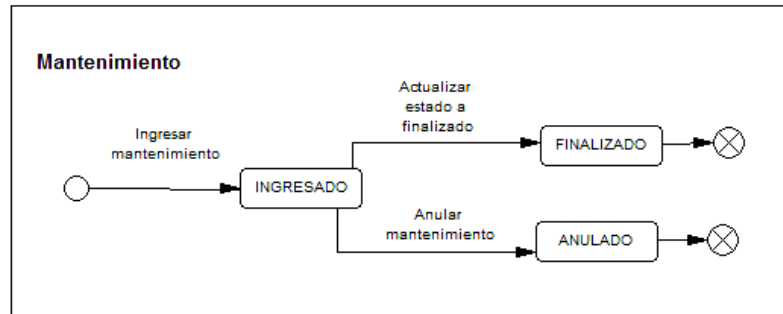


Gráfico 4.37 Diagrama de estado: Mantenimiento

4.2.4. Diseño de arquitectura.

El diagrama de arquitectura del sistema es un “dibujo” donde se plasma de forma gráfica y simplificada lo que se va a construir.

El objetivo principal de este diagrama es ofrecer una visión simplificada del sistema, de forma que una persona pueda mirar el diagrama y entender lo que se quiere conseguir.

Esto resulta de gran utilidad ante la llegada de nuevos miembros al proyecto y para explicar el funcionamiento general del sistema a personas que intervienen en el proyecto, como por ejemplo el cliente o los encargados de calidad.

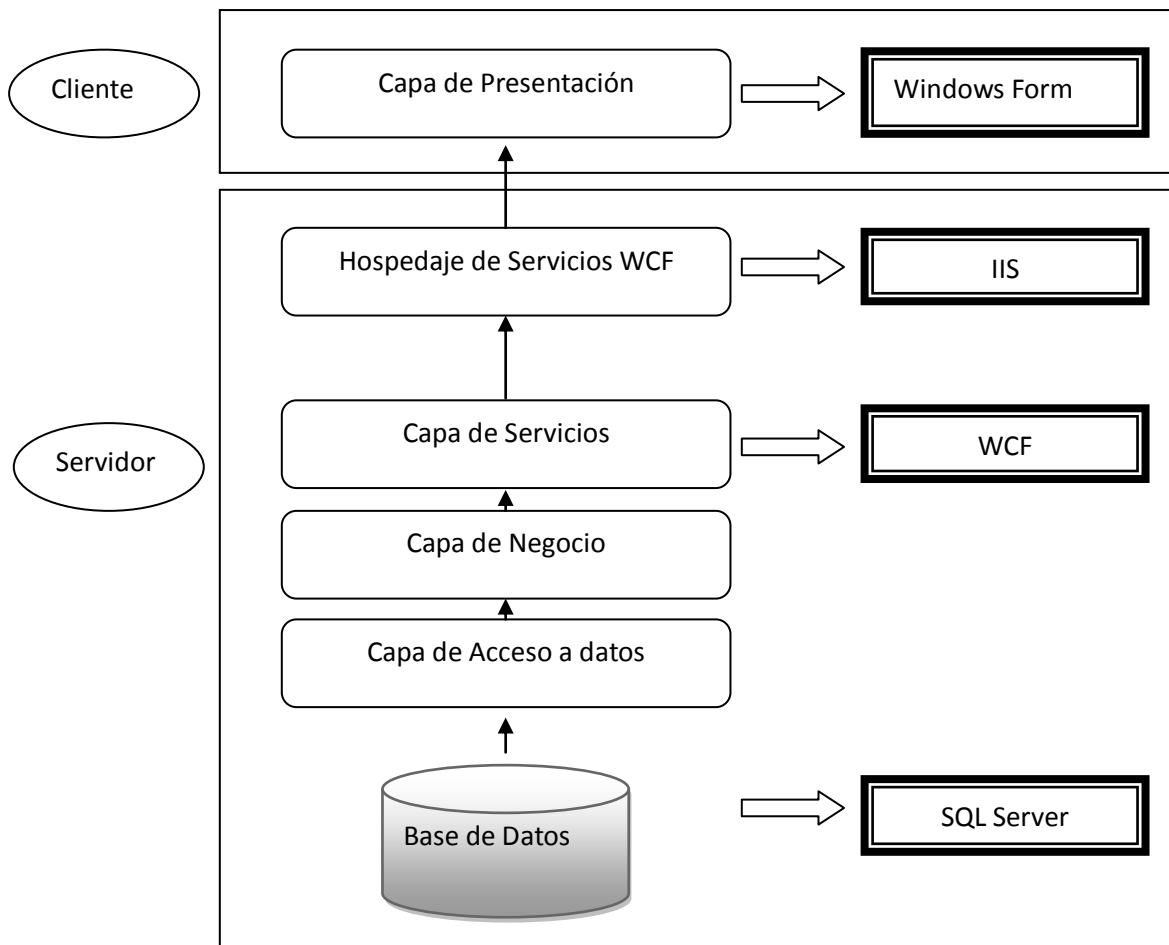


Gráfico 4.38 Diagrama de arquitectura

4.2.5. Diseño de interfaces

- Ingreso al sistema



Gráfico 4.39 Diseño de interfaces – Ingreso al sistema

- **Menú**



Gráfico 4.40 Diseño de interfaces Menú

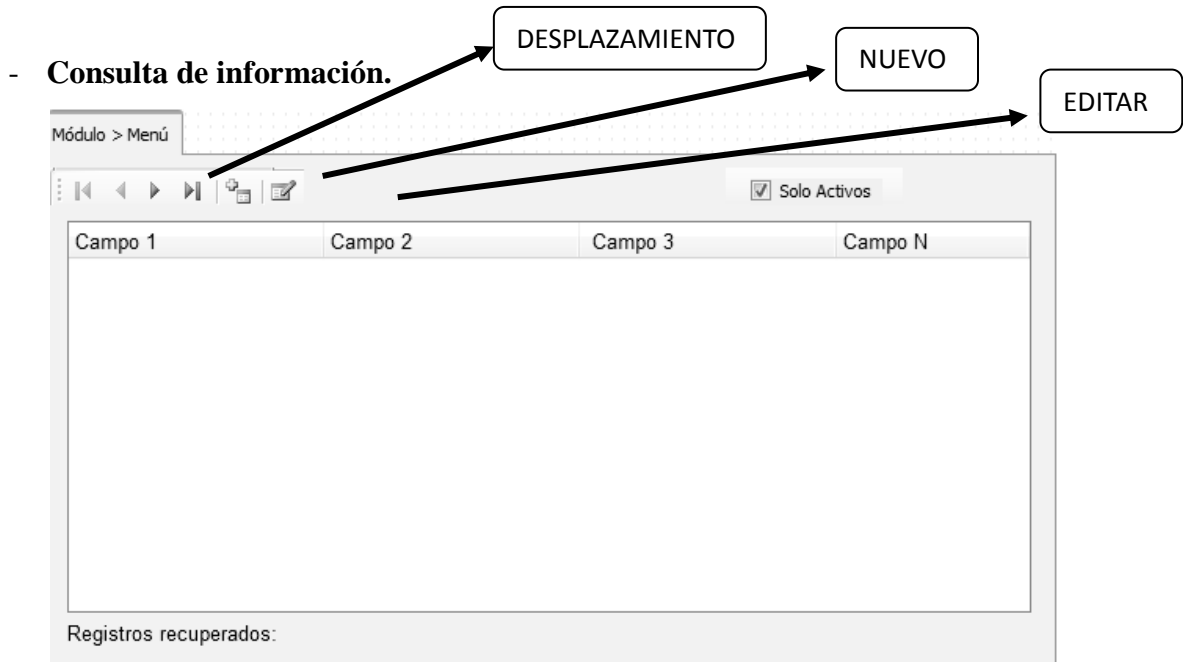


Gráfico 4.41 Diseño de interfaces – Consulta de información

- **Ingreso de Información.**

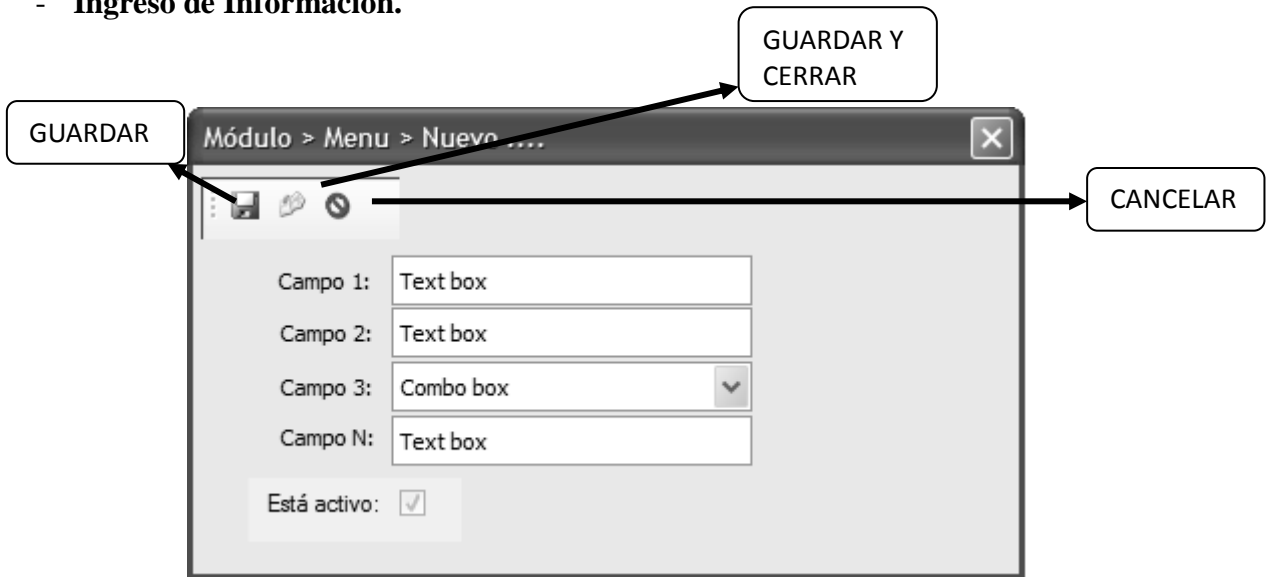


Gráfico 4.42 Diseño de interfaces – Consulta de información

- **Edición de información.**

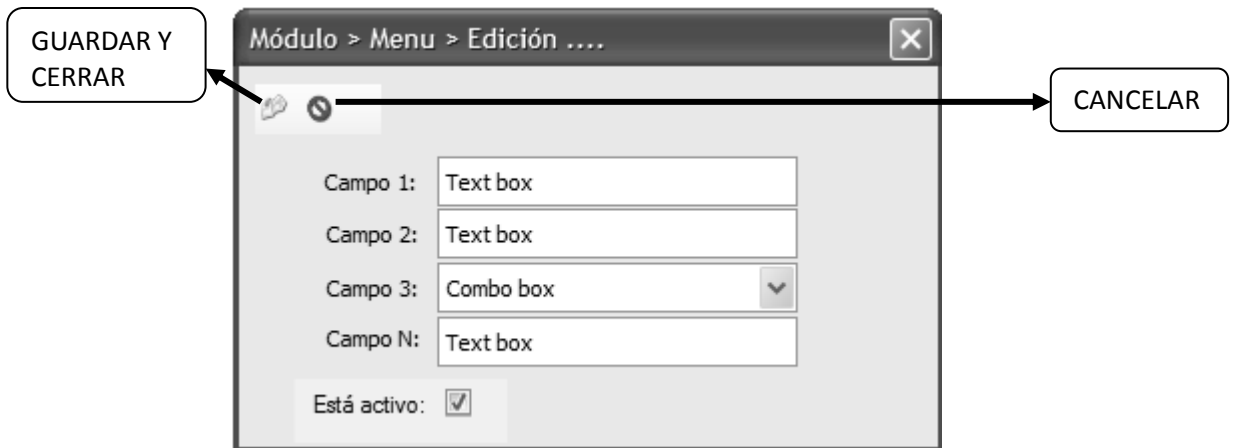


Gráfico 4.43 Diseño de interfaces – Edición de información

Asignaciones.

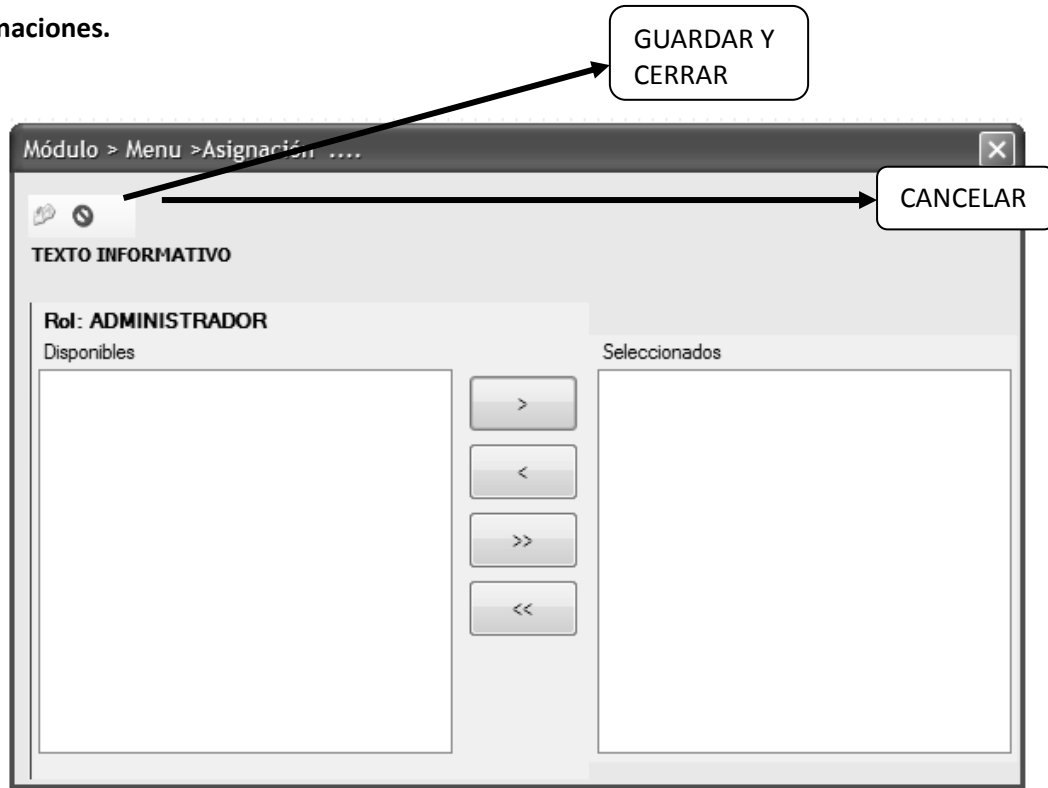


Gráfico 4.44 Diseño de interfaces – Asignación

- Cambio de contraseña.

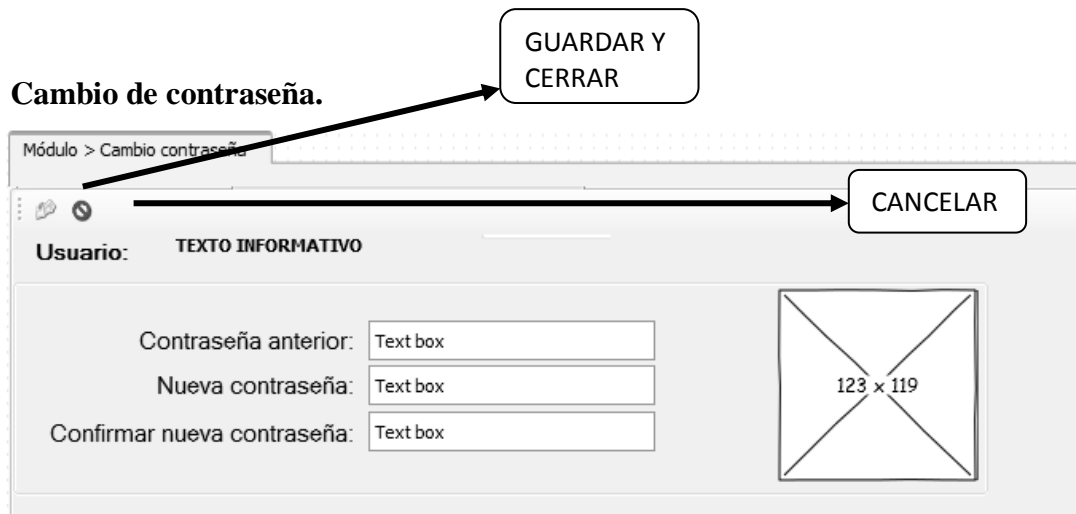


Gráfico 4.45 Diseño de interfaces – Cambio contraseña

- Mensajes informativos.

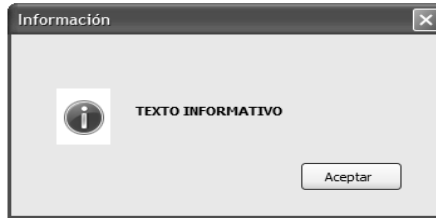


Gráfico 4.46 Diseño de interfaces – Mensaje informativo

- Mensajes de error.



Gráfico 4.47 Diseño de interfaces – Mensaje error

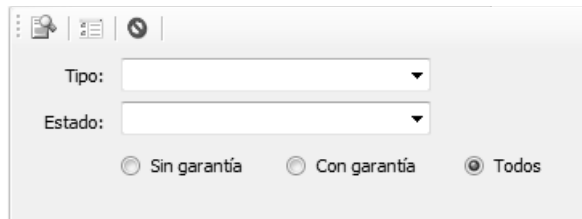
- Ingreso de mantenimientos

Descripción	
CAUTIN	Eliminar

Cantidad	Repuesto	
6	TRANSISTOR	Eliminar

Gráfico 4.48 Diseño de interfaces – Ingreso de mantenimientos

Reportes



The image shows a user interface for generating reports. It includes a search bar with a magnifying glass icon, a list icon, and a refresh icon. Below the search bar are two dropdown menus labeled 'Tipo:' and 'Estado:'. At the bottom, there are three radio buttons: 'Sin garantía', 'Con garantía', and 'Todos', with 'Todos' selected.

Gráfico 4.49 Diseño de interfaces – Reportes - Consulta de información

4.3. Tercera fase : Construcción

Objetivo 4: Desarrollar un Sistema Informático de control de mantenimiento de equipos médicos del hospital IESS de la ciudad de Ambato.

4.3.1. Desarrollo de sistema.

La arquitectura utilizada en la programación para el desarrollo de la aplicación consta de cuatro capas:

- Capa de Objetos de Negocio.
- Capa de Acceso a Datos.
- Capa de Servicios WCF.
- Capa de Presentación.

La capa de Objetos de Negocio está constituida por clases públicas que representan cada una de las tablas de la base de datos del sistema de mantenimiento de equipos médicos.

En esta clase también constan las propiedades de cada campo.

FRAGMENTO DE CÓDIGO

Fuente: Usuario_Entidad.cs

```
///
```

```

    }

    ///<summary>
    /// Longitud: 40
    ///</summary>
    publicstring Identificacion
    {
        get { returnthis._identificacion; }
        set { this._identificacion=value; }
    }

    ///<summary>
    /// Longitud: 150
    ///</summary>
    publicstring Nombre
    {
        get { returnthis._nombre; }
        set { this._nombre=value; }
    }

    ///<summary>
    /// Longitud: 50
    ///</summary>
    publicstring Contraseña
    {
        get { returnthis._contraseña; }
        set { this._contraseña=value; }
    }

    ///<summary>
    /// Longitud: 50
    ///</summary>
    publicstring Email
    {
        get { returnthis._email; }
        set { this._email=value; }
    }

    ///<summary>
    /// Longitud: 50
    ///</summary>
    publicstring Telefono
    {
        get { returnthis._telefono; }
        set { this._telefono=value; }
    }

    ///<summary>
    /// Longitud: 150
    ///</summary>
    publicstring Direccion
    {
        get { returnthis._direccion; }
        set { this._direccion=value; }
    }

    ///<summary>
    ///
    ///</summary>
    publicbool EstaActivo
    {
        get { returnthis._estaActivo; }
        set { this._estaActivo=value; }
    }

```



```

        ///<summary>
        ///
        ///</summary>
        publicDateTime FechaSistema
        {
            get { returnthis._fechaSistema; }
            set { this._fechaSistema=value; }
        }
        #endregion
    }
}

```

La capa de acceso a datos contiene los métodos necesarios de consulta, inserción, actualización y eliminación de la información del sistema informático de mantenimiento de equipos médicos, que permiten interactuar con la base de datos, haciendo uso de la capa de objetos del negocio.

FRAGMENTO DE CÓDIGO

Fuente: UsuarioActor.cs

```

///<summary>
/// Devuelve usuario
///</summary>
///<param name="identificacion"></param>
///<returns></returns>
publicstaticUsuario DevuelveUsuarioPorSecuencialSinVerificarExistencia(string identificacion)
{
    Usuario = null;
    try
    {
        ObjetoCondicion condicion = newObjetoCondicion();
        StringBuilder cadena = newStringBuilder();

        cadena.Append(" WHERE ");
        cadena.Append(Usuario.IdentificacionCampo );
        cadena.Append(" = @identificacion AND ");

        cadena.Append(Usuario.EstaActivoCampo);
        cadena.Append(" = @estaActivo");
        condicion.NumeroRegistros = 0;
        condicion.Condicion = cadena.ToString().Trim();
        condicion.ListaDatoComando.Add(newDatoComando("identificacion",
        Usuario.IdentificacionTipo, identificacion));
        condicion.ListaDatoComando.Add(newDatoComando("estaActivo", Usuario.EstaActivoTipo,
        true));

        usuario = UsuarioDALC.DameUno(condicion);
    }
    catch (DALCException ex)
    {
        if (!ex.ObjetoInexistente)
        if (ExceptionPolicy.HandleException(ex, "Politica Actor"))
        throw;
    }
}

```

```
}  
return usuario;  
}
```

Mensajería:

```
[DataContract]  
publicclass UsuarioMSE  
{  
privateint _secuencial;  
privatestring _identificacion;  
privatestring _nombre;  
privatestring _contrasenia;  
privatestring _email;  
privatestring _telefono;  
privatestring _direccion;  
privatebool _estaActivo;  
privateDateTime _fechaSistema;  
  
[DataMember]  
publicint Secuencial  
{  
get { returnthis._secuencial; }  
set { this._secuencial = value; }  
}  
[DataMember]  
publicstring Identificacion  
{  
get { returnthis._identificacion; }  
set { this._identificacion = value; }  
}  
[DataMember]  
publicstring Nombre  
{  
get { returnthis._nombre; }  
set { this._nombre = value; }  
}  
[DataMember]  
publicstring Contrasenia  
{  
get { returnthis._contrasenia; }  
set { this._contrasenia = value; }  
}  
[DataMember]  
publicstring Email  
{  
get { returnthis._email; }  
set { this._email = value; }  
}  
[DataMember]  
publicstring Telefono  
{  
get { returnthis._telefono; }  
set { this._telefono = value; }  
}  
[DataMember]  
publicstring Direccion  
{  
get { returnthis._direccion; }  
set { this._direccion = value; }  
}  
[DataMember]  
publicbool EstaActivo  
{
```

```

get { return this._estaActivo; }
set { this._estaActivo = value; }
    }
    [DataMember]
public DateTime FechaSistema
    {
get { return this._fechaSistema; }
set { this._fechaSistema = value; }
    }

public UsuarioMSE() { }

public UsuarioMSE(
int secuencial,
string identificacion,
string nombre,
string contrasenia,
string email,
string telefono,
string direccion,
bool estaActivo,
DateTime fechaSistema)
    {
this._secuencial = secuencial;
this._identificacion = identificacion;
this._nombre = nombre;
this._contrasenia = contrasenia;
this._email = email;
this._telefono = telefono;
this._direccion = direccion;
this._estaActivo = estaActivo;
this._fechaSistema = fechaSistema;
    }
}

```

La capa de servicios WCF consta de los métodos que serán utilizados en la capa de presentación del sistema de mantenimiento de equipos médicos.

Usar la capa de servicios nos permite programar usando contratos. Esto quiere decir que se puede cambiar la forma en que la lógica de negocios este programada sin necesidad de solicitarle a los consumidores del servicio que realicen cambio alguno en sus sistemas.

La idea básica de WCF es muy simple: un servicio se expone como una interfaz que puede ser accedida por un cliente.

FRAGMENTO DE CÓDIGO

Fuente: UsuarioServicio.cs

```

///<summary>
/// Devuelve lista de usuarios

```

```

///</summary>
///<returns></returns>
public UsuarioMSELista DevuelveLista()
{
    UsuarioMSELista mensajeSalida = new UsuarioMSELista();
    try
    {
        List<Usuario> listaUsuario = UsuarioActor.DameLista(new ObjetoCondicion());
        List<UsuarioMSE> listaUsuarioMSE = newList<UsuarioMSE>();
        foreach (var item in listaUsuario)
        {
            listaUsuarioMSE.Add(new UsuarioMSE(item.Secuencial,
                item.Identificacion,
                item.Nombre,
                item.Contrasenia,
                item.Email,
                item.Telefono,
                item.Direccion,
                item.EstaActivo, item.FechaSistema));
        }
        mensajeSalida.ListaUsuarioMSE = listaUsuarioMSE.ToArray();
    }
    catch (Exception e)
    {
        throw RaiseException.Raise(e, "DevuelveLista");
    }
    return mensajeSalida;
}

```

Por cada archivo debe incluirse un archivo de interfaz:

FRAGMENTO DE CÓDIGO

Fuente: IUUsuarioServicio.cs

```

[ServiceContract]
public interface IUusuarioServicio
{
    [OperationContract]
    InformacionLoginMS AutenticarUsuario(InformacionLoginME mensajeEntrada);

    [OperationContract]
    void Guardar(UsuarioMSE mensajeEntrada);

    [OperationContract]
    void ActualizarContraseña(UsuarioMSE mensajeEntrada);

    [OperationContract]
    UsuarioMSELista DevuelveLista();

    [OperationContract]
    UsuarioMSELista DevuelveListaTecnicosActivos();

    [OperationContract]
    UsuarioMSELista DevuelveListaTecnicosActivosIncluidoTodos();
}

```

Servicio WCF que será publicado en IIS:

FRAGMENTO DE CÓDIGO

Fuente:Usuario.svc

```
<%@ServiceHostLanguage="C#"
Debug="true"ervice="CR_ServiciosLibreria.Seguridades.UsuarioServicio"%>
```

Y la capa de presentación en la que se encuentra todos los controles de la interfaz gráfica, de acuerdo a las especificaciones establecidas en la etapa de diseño de interfaces. Esta capa interactúa directamente con las capas anteriores, a la vez que facilita el manejo de la aplicación “Sistema de Mantenimiento de Equipos Médicos” por parte del usuario.

FRAGMENTO DE CÓDIGO

Fuente:FormaConsultaUsuario.cs

```
publicvoid CargarDatos()
{
    listaUsuarioMSE=CRProxies.Seguridades.UsuarioProxy.Devuelve().DevuelveLista().ListaUsuarioMSE.ToList
    ();
    if(chbSoloActivos.Checked)
        listaUsuarioMSE = (from l in listaUsuarioMSE
    where l.EstaActivo == true
    select l).ToArray().ToList();
        usuarioMSEBindingSource.DataSource =
    newSortTableSearchableList<UsuarioMSE>(listaUsuarioMSE);
        usuarioMSEBindingSource.Sort = "Nombre";
    this.bindingNavigator1.BindingSource = usuarioMSEBindingSource;
    lblRegistrosRecuperados.Text = "Registros recuperados: " + usuarioMSEBindingSource.Count;
}
```

4.3.2. Pruebas de desarrollo.

Una vez finalizado la implementación de la aplicación, se procede a realizar las respectivas pruebas, con el propósito de detectar posibles errores que se hayan cometido.

Pruebas de Caja Blanca

En desarrollo de software, se denomina caja blanca a un tipo de pruebas de software que se realiza sobre las funciones internas de un módulo.

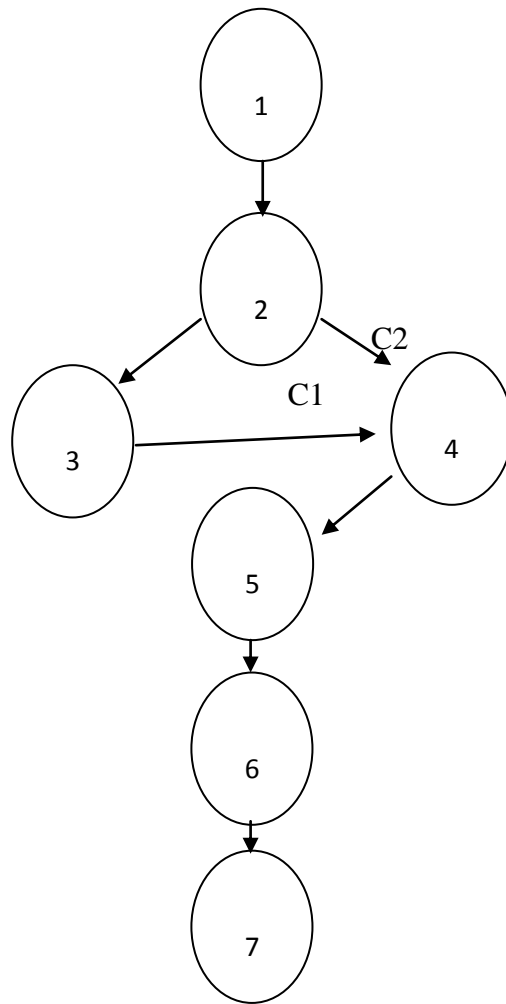
Este tipo de pruebas nos ayuda a corregir errores dentro de la estructura interna del sistema en la cual se hizo énfasis en la revisión del código. Para la revisión se tomó como referencia el método del camino básico.

La prueba del camino básico es una técnica de prueba de la caja blanca propuesta inicialmente por Tom McCabe. El método del camino básico permite al diseñador de casos de prueba derivar una medida de complejidad lógica de un diseño procesado y usar esa medida como guía para la definición de un conjunto básico de caminos de ejecución.

Método de CargaDatos()

1	<code>listaUsuarioMSE=CRProxies.Seguridades.UsuarioProxy.Devuelve().DevuelveLista().ListaUsuarioMSE.ToList();</code>
2	<code>if(chbSoloActivos.Checked)</code>
3	<code>listaUsuarioMSE = (from l in listaUsuarioMSE where l.EstaActivo == true select l).ToArray().ToList();</code>
4	<code>usuarioMSEBindingSource.DataSource = new SortableSearchableList<UsuarioMSE>(listaUsuarioMSE);</code>
5	<code>usuarioMSEBindingSource.Sort = "Nombre";</code>
6	<code>this.bindingNavigator1.BindingSource = usuarioMSEBindingSource;</code>
7	<code>lblRegistrosRecuperados.Text = "Registros recuperados: " + usuarioMSEBindingSource.Count;</code>

Conversión al grafo de flujo:



Conjunto de caminos básicos: Habrá tantos caminos básicos como grados de complejidad posee el código.

En este caso tenemos 2 caminos básicos:

C1= 1-2-3-4-5-6-7 (chbSoloActivos.Checked=true; listaUsuarioMSE con registros activos; Registros recuperados: 5).

C2= 1-2-4-5-6-7 (chbSoloActivos.Checked=false; listaUsuarioMSE con registros activos e inactivos; Registros recuperados: 10).

Pruebas de Caja Negra

Son pruebas funcionales las cuales tienen como finalidad encontrar cosas que no estén especificados dentro del contexto del sistema.

Las pruebas que se realizaron fueron:

- Entrada y salida de datos.
- Comprobación de que cada una de las páginas se ajusten a los datos necesitados y requeridos.
- Que la información sea mostrada correctamente y entendida por los usuarios.
- Nunca visualizar información innecesaria o restringida.

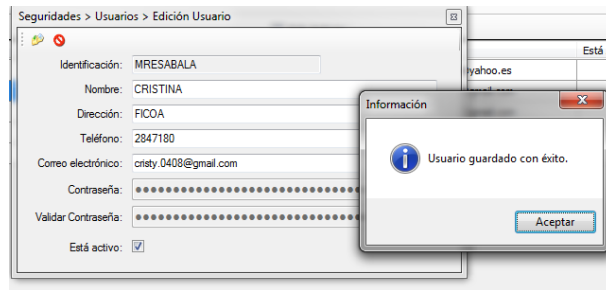


Gráfico 4.50 Pruebas de Caja Negra1

- Se revisó el correcto funcionamiento de la interfaz tanto del menú de navegación, así como la correcta visualización de los diferentes elementos de la misma.

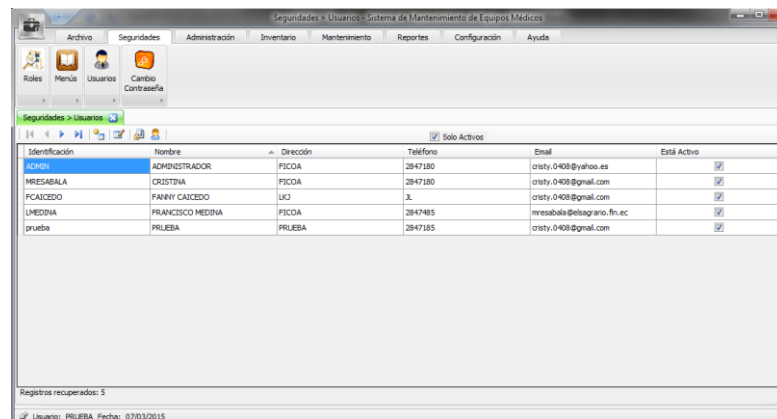


Gráfico 4.51 Pruebas de Caja Negra2

- Se revisó las validaciones tanto al ingreso como a la modificación y a la salida de datos.

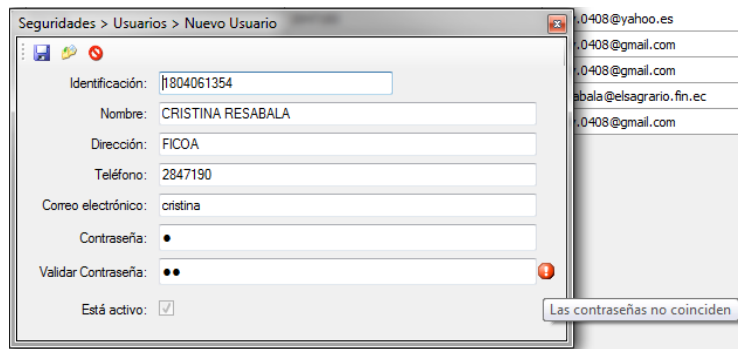


Gráfico 4.52 Pruebas de Caja Negra3

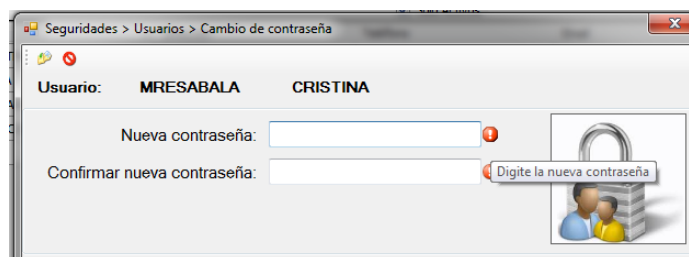


Gráfico 4.53 Pruebas de Caja Negra4

Visualización de menús, de acuerdo a los permisos dados.

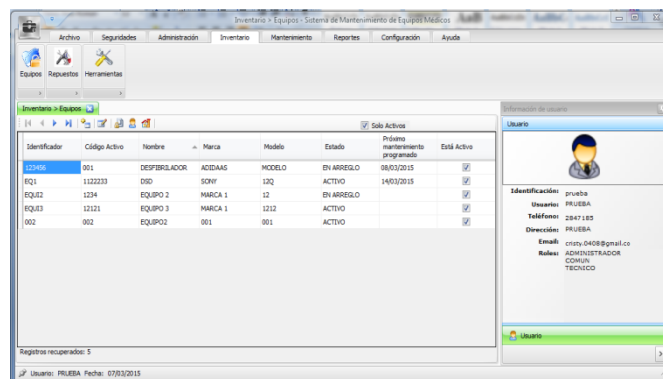


Gráfico 4.54 Pruebas de Caja Negra 5

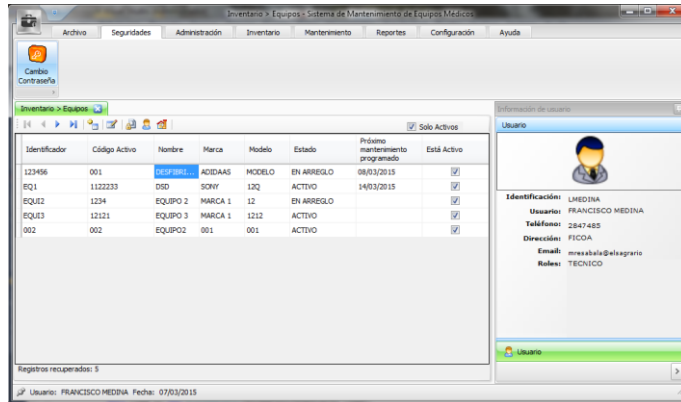


Gráfico 4.55 Pruebas de Caja Negra 6

Un técnico solo puede ver las órdenes de trabajo asignadas a él.

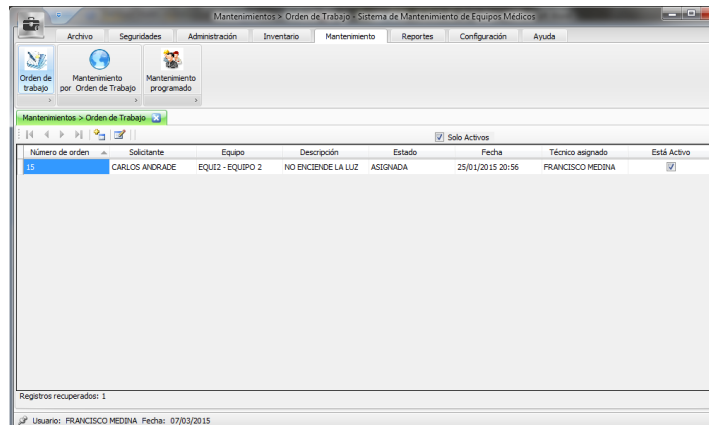


Gráfico 4.56 Pruebas de Caja Negra 7

El administrador puede ver todas las órdenes de trabajo.

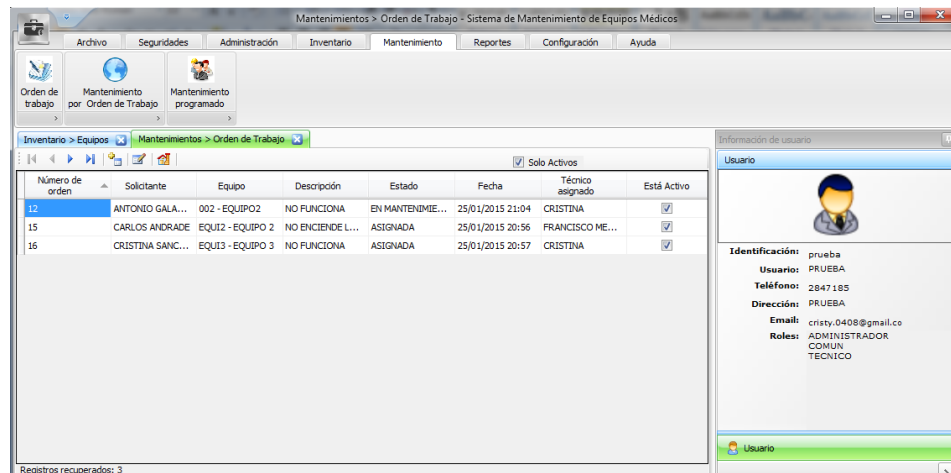


Gráfico 4.57 Pruebas de Caja Negra 8

4.4. Cuarta fase: Transición

4.4.1. Pruebas Finales de aceptación.

Las pruebas de aceptación tienen como fin validar que el sistema cumple los requisitos básicos de funcionamiento esperado y permitir que el usuario determine la aceptación del sistema.

Por este motivo, estas pruebas son realizadas por el usuario final que, durante este período de tiempo, debe plantear todas las deficiencias o errores que encuentre antes de dar por aprobado el sistema definitivamente.

Una vez realizadas las respectivas pruebas por parte de los usuarios finales, las mismas que fueron exitosas conforme a las aspiraciones de los mencionados, se elaboró el Acta Entrega – Recepción del Sistema Informático (Anexo 5) como constancia de la verificación respectiva del trabajo realizado en dicha institución.

4.4.2. Puesta de producción

Puesta en Producción o también llamada Implantación es la última fase del desarrollo de un software. Para que un software se ponga en producción debe estar correctamente probado y los prototipos aceptados por los usuarios.

Puesta en Producción quiere decir que el software está listo para que los usuarios lo usen en un ambiente real.

Para la puesta en producción se seguirá los siguientes pasos:

- 1.- Configuración de la red.
- 2.- Instalación de gestor de base de datos.
- 3.- Requisitos de la aplicación.
- 4.- Configuración de IIS.
- 5.- Hospedar servicios en IIS.
- 6.- Instalación de la aplicación en el cliente.
- 7.- Capacitación.

Se adjunta los pasos detallados para la puesta en producción en el Anexo 6.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- La implementación de la metodología RUP en el desarrollo del sistema informático para el control de mantenimiento de equipos médicos en el hospital IESS de Ambato, ha contribuido de gran manera ya que es adaptable a las necesidades del proyecto, permite iteraciones en cada fase para detectar y corregir errores a tiempo, y establece un modelado visual de software de modo que el usuario comprenda el proceso de análisis y diseño realizados mediante diagramas UML.
- La arquitectura de programación en N capas implementada en el sistema informático, permite distribuir cada área de programación en diferentes capas; la capa de datos, la lógica del negocio y la interfaz de usuario, permitiendo así la independencia y la reutilización del código.
- La implementación de una tecnología orientada a servicios como lo es WCF, contribuye a que el sistema informático para el control de mantenimiento de equipos médicos pueda ser en su tiempo escalable y ejecutado en diferentes plataformas, ya sea en sitios web o aplicaciones móviles, gracias a la interoperabilidad que permite WCF.
- Como IDE de desarrollo se utilizó Sharp Developer, herramienta que ha permitido desarrollar el proyecto de manera ordenada, porque gracias a su interfaz amigable y accesible ha permitido crear clases y métodos clasificados por diferentes proyectos

que representan cada una de las capas de programación implementadas para la construcción del sistema de mantenimiento de equipos médicos. Además de ser una herramienta libre no ha generado costos a la institución.

- La sistematización de la información de mantenimiento de equipos médicos en el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social de la ciudad de Ambato ha permitido contar con una gestión más controlada y eficaz, optimizando tiempo y recursos con información oportuna de los procesos. Conociendo el estado y la ubicación de equipos y disponiendo de un historial de mantenimientos realizados a los mismos.

5.2. Recomendaciones

- Se recomienda el uso de la metodología RUP en el desarrollo de nuevos proyectos de software en el hospital IESS, ya que es una plataforma de desarrollo que permite adaptarse a las necesidades de la organización y del proyecto, hace uso de modelamiento para el análisis y diseño del software, además aplica un proceso iterativo e incremental, que ayuda a mejorar en cada etapa y entregar un producto de calidad.
- Se recomienda al hospital IESS de la ciudad de Ambato, en el desarrollo de sistemas informáticos implementar una arquitectura por capas, que permita llevar el control del proceso de programación y pruebas de los mismos, distribuyendo el trabajo entre el equipo de desarrollo. Y contribuyendo con la seguridad del código programado.
- Se recomienda la implementación de una aplicación móvil en el Sistema de Mantenimiento de Equipos Médicos en el hospital IESS, que permita disponer de

información en tiempo real de ciertos procesos, mediante alertas y notificaciones de mantenimientos a realizar sobre un equipo, gracias a la tecnología WCF, se puede reutilizar los servicios creados, sin necesidad de cambiar la lógica de programación.

- Es aconsejable el uso de la herramienta de desarrollo Sharp Developer para el desarrollo de sistemas informáticos para diferentes procesos en el hospital IESS, ya que es una herramienta estable de software libre con características y funcionalidades muy similares a Visual Studio, herramienta de pago de Microsoft.
- Se recomienda la implementación del Sistema de Mantenimiento de Equipos Médicos en todas las áreas del hospital IESS, para disponer de información oportuna que permita la toma de decisiones a nivel nacional sobre el mantenimiento de equipos.
- Se recomienda al administrador del sistema realizar respaldos de la base de datos constante y periódicamente, para evitar la pérdida de información.
- Se recomienda para el correcto funcionamiento del sistema informático que se disponga de un sistema con plataforma Windows, .Net Framework 3 mínimo.
- Se recomienda al administrador crear usuarios para el sistema, únicamente al personal capacitado; es importante para esto proveerlos del manual de usuario en caso de alguna duda sobre el funcionamiento del sistema.

BIBLIOGRAFIA O REFERENCIAS

[1] Gonzaga Acuña, Andrea Carolina Terán Marín, Roberto Ernesto. “Estudio e implementación de un sistema de control y gestión de los procesos de mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo en las flotas y maquinarias para el servicio de dragas en la Armada del Ecuador”, <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/4231> [Internet], 2012

[2] Johana Elizabeth Cerritos Pacheco, Tony Kevin Guzmán Castro, Rosa Jazmín Hilario Orellana y Melvin Ramón Morales autores del proyecto “SISTEMA INFORMÁTICO PARA EL CONTROL Y MANTENIMIENTO DE ACTIVOS FIJOS DE CARE EL SALVADOR”, <http://ri.ues.edu.sv/3157/1/Sistema%20inform%C3%A1tico%20para%20el%20control%20y%20mantenimiento%20de%20activos%20fijos%20de%20CARE%20El%20Salvador.pdf> ,2013.

[3] Luis Alberto Rivera Riera y Juan Pablo Tixe Alulema en el proyecto “INTEGRACIÓN DE LA METODOLOGÍA ÁGIL XP EL ESTUDIO DE WINDOWS COMMUNICATION FOUNDATION COMO ALTERNATIVA METODOLÓGICA PARA EL DESARROLLO DE SOFTWARE ORIENTADO A SERVICIOS CASO PRÁCTICO CIPFIE-ESPOCH” ,<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/36/1/18T00397.pdf> [Internet],2010.

[4] Global Harmonization Task Force, “Information document concerning the definition of the term “medical device””, <http://www.ghTF.org/documents/sg1/sg1n29r162005.pdf> [Internet], 2005.

[5] Organización Mundial de la Salud, “Introducción a la gestión de inventarios de equipo médico”, <http://apps.who.int/medicinedocs/documents/s21565es/s21565es.pdf> [Internet], 2012

[6] José Andrés Usma Beltrán, “Tecnología en mantenimiento de equipos biomédico”, <https://es.scribd.com/doc/37077270/20-Equipos-Bio-Medicos-y-Sus-Funciones>, [Internet], 2010

[7] Diego Fabricio Jaramillo Peñaloza, “Diseño Del Plan De Mantenimiento Programado De la Segunda Etapa De Producción Criogénica De Una Planta De Separación De Gases Del Aire”, <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/14599> [Internet], 2005.

[8]Renovetec, “¿Cómo se hace un plan de mantenimiento?”, <http://www.elplandemantenimiento.com/index.php/que-es-un-plan-de-mantenimiento>, [Internet], 2015

[9] Rodríguez, J. Gestión del mantenimiento. Introducción de la teoría del mantenimiento, España, 2008.

[10]Ecured, “SISTEMAS INFORMÁTICOS”, http://www.ecured.cu/index.php/Sistema_inform%C3%A1tico [Internet], 2013.

[11]Ecuared, “Estilo arquitectural en capas (N-Layer)”, [http://www.ecured.cu/index.php/Estilo_arquitectural_en_capas_\(N-Layer\)](http://www.ecured.cu/index.php/Estilo_arquitectural_en_capas_(N-Layer)) [Internet], 2014.

[12] Microsoft, “QUÉ ES WINDOWS COMMUNICATION FOUNDATION”, [http://msdn.microsoft.com/es-es/library/ms731082\(v=vs.110\).aspx](http://msdn.microsoft.com/es-es/library/ms731082(v=vs.110).aspx) [Internet], 2013.

[13] Miguel Katrib,Mario del Valle. ”Visual Studio 2008. Desafía todos los retos.”, Madrid, España, 2009.

[14] Claudio Zamoszczyk, “Windows Communication Foundation:Hacia una Arquitectura a Servicios (SOA) más simple”, <http://www.palermo.edu/ingenieria/downloads/CyT7/7CyT%2006.pdf>[Internet], 2013.

[15] Jesus Cabrera, “Windows Communication Foundation - WCF”, <http://jesusxcp.blogspot.com/2014/02/windows-communication-foundation-wcf.html> [Internet], 2014.

[16] María Gabriela Díaz-Antón, María Angélica Pérez, Anna C. Grimmán y Luis E. Mendoza, “PROPUESTA DE UNA METODOLOGÍA DE DESARROLLO DE SOFTWARE EDUCATIVO BAJO UN ENFOQUE DE CALIDAD SISTÉMICA”, <http://www.academia-interactiva.com/doc/ise.pdf>[Internet],2006.

[17] Sanchez Francisco, Tituaña Ricardo, “DESARROLLO DE UN SISTEMA PARA DETERMINAR LA UBICACIÓN GEOGRAFICA DE ADOLESCENTES UTILIZANDO DISPOSITIVOS MOVILES”,<http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/187/1/CD-0585.pdf>, [Internet], 2007

[18] Dinamica Sistemas, “El Reporte del Caos - The Standish Group”, <https://sites.google.com/site/admproysoftware/home/el-reporte-del-caos>, [Internet], 2011

[19] The Standish group, “CHAOS MANIFESTO 2013”, <http://www.versionone.com/assets/img/files/ChaosManifesto2013.pdf>, [Internet], 2013.

[20] Pedro G Melendez R, “ IEEE 830”, <https://sites.google.com/site/adsicae/definicion-de-requerimientos/ieee830> [Internet],2012.

ANEXOS